

**SYARAT KHUSUS TAMBAHAN
MENDAPATKAN HIBAH PENELITIAN**

Judul Penelitian	: Pembuatan Biodiesel dengan Teknologi Pemanasan Induksi
Tahun Pelaksanaan	: 2019
Sumber Dana	: PNBPN Politeknik Negeri Sriwijaya
Jenis Penelitian	: Penelitian Penugasan
Tim Peneliti	
Ketua	: Rusdianasari
Anggota	: Aida Syarif, Muhammad Yerizam, Syahirman Yusi
Dana Penelitian	: 20.000.000,- (Dua puluh juta rupiah)



Nomor : 5492 /PL6.2.1/SP/2019

20 Juni 2019

Lamp : 1 (satu) berkas

Prihal : Pengumuman Hasil Penilaian Penelitian Penugasan
(Terapan Unggulan) yang didanai Tahun 2019

Yth. Para Ketua Jurusan /UP. MPK
Dalam lingkungan Polsri
di Tempat

Dengan hormat,

Sehubungan dengan telah dilakukannya penilaian proposal Penelitian Penugasan (Terapan Unggulan) Tahun 2019, maka kami mengumumkan nama-nama dosen yang proposalnya diterima/didanaikan tahun 2019 (terlampir).

Proposal tersebut berjumlah 88 judul dengan dana penelitian sebesar Rp. 1.740.000.000,- (Satu milyar tujuh ratus empat puluh juta rupiah).

Untuk dosen yang proposalnya didanai diharap agar segera merevisi dan mengusulkan kembali proposalnya sesuai dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Proposal direvisi sesuai dengan komentar penilai Institusi dan internal Jurusan yang ada .
2. Ikuti format Penelitian Penugasan (Terapan Unggulan Polsri).
3. Dana disesuaikan dengan hasil di pengumuman.
4. Penelitian harus menghasilkan luaran wajib dan luaran tambahan. Anggaran dana harap dialokasikan untuk pelaksanaan konferensi FIRST 2019
5. Proposal harap diambil di P3M untuk direvisi dan diusulkan kembali untuk ditandatangani oleh pimpinan.
6. Proposal yang telah ditandatangani Direktur dan Kepala P3M agar diambil kembali untuk diperbanyak dan dijilid (cover warna hijau tua) lalu dikumpulkan kembali ke P3M sebanyak 2 eksemplar.
7. Batas waktu pengajuan proposal yang sudah direvisi tanggal 01 Juli 2019. Bila tidak, dianggap mengundurkan diri.

Demikian atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu, diucapkan terima kasih.

a.n. Direktur
Pembantu Direktur I,
Carlos R. S.T., M.T.
NIP 196209041990031002

Tembusan :

1. Direktur
2. Para Pembantu Direktur



DAFTAR PENELITIAN PENUGASAN (TERAPAN UNGGULAN POLSRI) YANG DIDANAI
 POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
 TAHUN 2019

NO	NAMA KETUA/ ANGGOTA	JUDUL	JURUSAN	LUARAN		DANA YANG DISETUJUI		HASIL EVALUASI PENILAI	
				WAJIB	TAMBAHAN			INSTITUSI	INTERNAL/JURUSAN
1	Drs. Revias Noerdin Hamdi, BSc., Eng., M.T. Drs. Dafrimon, MT. Soegeng Harijadi, ST., MT.	Tingkat Pelayanan Koridor Angkutan Publik (Studi kasus di kota Palembang)	Teknik Sipil	ada	ada	Rp	19.000.000	1. Dana untuk flashdisk. Papan/map, counter, Transportasi harap dikurangi	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
2	Ir. A. Latif, MT Ir. Yusri, MT. Drs. Moch. Absor, MT. Drs. A. Fuad Z, MT.	Pelayanan angkutan Publik Bus Rapid (Transit) (BRT) Trans Musi yang berkelanjutan di Kota Palembang	Teknik Sipil	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. Lengkapi roadmap 2. buat abstrak, daftar isi , tabel, daftar gambar	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
3	Drs. Djaka Suhirkam, ST, MT Drs. B. Hidayat Fuady, ST., MT., MM Lina Flaviana Tilik, ST., MT. Drs. Suhadi, ST., MT.	Pengaruh Serat Tembaga Terhadap Kuat dan Modulus Elastis Beton Fc 25	Teknik Sipil	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Daftar pustaka tidak ada 2. Jelaskan tempat serta alat yang digunakan 3. Jenis tembaga yang digunakan dijelaskan pada latar belakang dan dicantumkan pada daftar bahan	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
4	Agus Subrianto, ST, MT H. Amiruddin, ST., MT. Ibrahim, ST., MT. Ika Sulianti, ST., MT.	Pemanfaatan Mortar Busa Sebagai material Konstruksi jalan dengan variasi kadar air campuran	Teknik Sipil	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. Penulisan disesuaikan dgn format dari P3m 2. Cantumkan roadmap penelitian 3. Tambahkan pustaka	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
5	Sumiati, ST, MT Mahmuda, ST., MT Sukarman, ST., MT Drs. Siswa Indra, MT	Pengaruh penggunaan foam agent dan polycarbolixi late terhadap kuat tekan beton dgn struktural	Teknik Sipil	tidak ada	ada	Rp	20.000.000	1. Harus ada kontribusi state of the art 2. penggunaan anggaran disesuaikan 3. Luaran wajib IC FIRST 2019	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
6	Dr. Indrayani, ST,MT Andi Herius, ST., MT Drs. Arfan Hasan, MT Akhmad Mirza, ST., MT	Pengaruh Penambahan Batu apung dan serat fiber pada kuat tekan dan kuat lentur beton ringan pracetak	Teknik Sipil	ada	ada	Rp	20.000.000		Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
7	Ir. Herlinawati, M.Eng Ir. Puryanto., MT. Drs. Sudarmadji, ST., MT. M. Sazili Harnawansyah, ST., MT	Kebutuhantuhan Angkutan pada koridor Bus Rapid Transit (BRT) Kota Palembang	Teknik Sipil	ada	ada	Rp	19.000.000	1. kutipan, daftar pustaka belum sinkron 2. roadmap gunakan gambar / bagan 3. metodologi belum cukup menggambarkan 4. batasi tujuan 5. biaya kurang terinci, biaya dikurangi	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
8	Drs. Raja Marpaung, ST,MT. Ir. H. Kosim, M.T. Zainuddin, ST., MT. Darma Prabudi, ST., MT.	Pemanfaatan Tempurung Kelapa sebagai pengganti sebagian batu koral dalam pembuatan beton	Teknik Sipil	ada	ada	Rp	20.000.000	1. tambahkan roadmap penelitian dlm bentuk diagram 2. pendahuluan terlalu panjang 3. tidak sinkron antar daftar pustaka dan rujukan	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)

NO	NAMA KETUA/ ANGGOTA	JUDUL	JURUSAN	LUARAN		DANA YANG DISETUJUI		HASIL EVALUASI PENILAI	
				WAJIB	TAMBAHAN			INSTITUSI	INTERNAL/JURUSAN
9	Drs. Soegeng Witjahjo, ST., MT. Moch. Yunus, ST., MT. Dwi Arnoldi, ST., MT.	Desain Konstruksi Dinding Dapur Induksi untuk kapasitas 15 Kg	Teknik Mesin	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Perkuat Fenomena penelitian 2. Tambahkan Roadmap Penelitian 3. Format penulisan daftar pustaka perbaiki 4. Up to date referensi	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
10	Ir. Tri Widagdo, MT Ella Sundari, ST, MT Eka Satria Martomi, B.Eng, MT	Konversi Energi Elektro-Temal Pada Dapur Induksi Berkapasitas 15 Kg	Teknik Mesin	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Tambahkan luaran wajib, luaran tambahan, dan Roadmap 2. Alokasi dana penelitian untuk dapur induksi 15 kg tidak terlihat di tabel	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
11	Ahmad Zamheri, ST., MT. Ir. H. Sailon, MT. Drs. Zainuddin, MT. Romi Wilza, ST.	Uji Tarik Produk coran Dapur Listrik Induksi	Teknik Mesin	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. abstrak ringkasan roadmap jurusan belum ditampilkan 2. biaya penelitian belum sesuai dengan rincian dilampiran, harap disesuaikan	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
12	Drs. Irawan Malik, MSME Almadora Anwar S., S.Pd.T., M.Eng Ali Medi, S.T, M.T.	Pemodelan dan Simulasi Numerik Proses Pengecoran Logam untuk Pembelajaran	Teknik Mesin	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Luaran ditambah Internasional	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
13	Ir. Sairul Effendi, MT. Firdaus, ST., MT. Karmin, ST., MT. Ir. Romli, MT.	Pengaruh Proses Carburizing pada besi Cor Nodular (FCD) dengan Variasi Suhu, Waktu dan Sistem Pendinginan	Teknik Mesin	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. Biaya bahan habis pakai & peralatan lebih dari 60 % 2. Jadwal penelitian kurang dari 10 bulan 3. tambahkan tahu pada roadmap & judul gambar	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
14	Drs. Muchtar Ginting, MT. Mardiana, ST., MT. Fenoria Putri, ST., MT.	Desain Konstruksi coil induksi untuk dapur listrik induksi kapasitas 15 kg	Teknik Mesin	tidak ada	ada	Rp	20.000.000	1. Harus ada kontribusi state of the art 2. penggunaan anggaran disesuaikan, harap dikurangi 3. Luaran wajib IC FIRST 2019	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
15	Didi Suryana, ST., MT. Azharuddin, ST., MT. Indra HB, ST., MT. Ir. Safei, MT.	Alat Bantu Sistem pencekaman pada Cnc Mill3A untuk mendapatkan 12 sisi kubus siku pada hasil Pengecoran dapur listrik	Teknik Mesin	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Roadmap penelitian jurusan belum disinggung pada proposal 2. rincian biaya tidak ada dan nantinya tolong ada tersirat kontribusi/distribusi biaya untuk Rincian Biaya dapur induksi 3. TIPUS tambahkan dari jurnal terbaru	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
16	Taufikurrahman, ST, MT. Indra Gunawan, ST., MT. A. Junaidi, ST., MT. Syamsul Rizal, ST., MT.	Pengaruh Temperatur Pemanasan terhadap kekerasan dan ketebalan lapisan pada Chromizing besi cor	Teknik Mesin	ada	ada	Rp	20.000.000	1. permasalahan dan tujuan agar lebih diperjelas targetnya apa sesuai dgn SNI atau standar lain	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
17	Dicky Seprianto, ST., MT. Muhammad Rasid, ST., MT. Siproni, ST., MT Yahya, ST., MT.	Rancang Bangun Cetakan untuk produk dari Aluminium paduan dan Pewter memanfaatkan Teknologi Stereolithography 3D Printing	Teknik Mesin	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Daftar pustaka, urutan Abjad Nama 2. Alokasi & Kontribusi dana penelitian untuk induksi tidak ada di tabel	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)

NO	NAMA KETUA/ ANGGOTA	JUDUL	JURUSAN	LUARAN		DANA YANG DISETUJUI		HASIL EVALUASI PENILAI	
				WAJIB	TAMBAHAN			INSTITUSI	INTERNAL/JURUSAN
18	Rumiasih, ST., MT Carlos RS, ST., MT Anton Firmansyah, ST., MT Indah Susanti, ST., MT	Analisa Pengaruh pembebanan pada motor BLDC	Teknik Listrik	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. Perbaiki penulisan latar belakang masalah dipertajam 2. Penempatan daftar pustaka yang diambil	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
19	Heri Liamsi, ST., MT Ir. Kasmir, MT. Ir. Ilyas, ST., MT. Bersiap Ginting, ST., MT	Pengujian Kesalahan KWH Meter 3 Fasa pengukuran Langsung	Teknik Listrik	ada	ada	Rp	20.000.000	1. TIPUS tambahkan tinjauan dari jurnal 2. metode penelitian tidak jelas, harap revisi 3. form penulisan sesuaikan dgn panduan	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
20	Ir. Zainudin, ST., MT. Ir. M. Yunus, MT Ir. Siswandi, MT Ir. Bambang, MT	Pengaruh perubahan sudut pencahayaan pada pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 30 watt	Teknik Listrik	ada	ada	Rp	20.000.000	1. perlu dtambah kejelasan hasil penelitian terdahulu pada latar belakang 2. sesuaikan dengan roadmap	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
21	Yessi Marniati, ST., MT Andri Suyadi, SST., MT Herman Yani, ST., M.Eng Sutan Marsus, S.ST., MT	Karakteristik Pemakaian Batere pada mobil listrik	Teknik Listrik	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. Luaran penelitian belum dicantumkan 2. Daftar pustaka belum dicantumkan 3. Justifikasi anggaran penelitian belum diuraikan 4. perjelas roadmap	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
22	Hairul, ST., MT Ir. Markori, MT Drs. Indrawasih, MT Sudirman Yahya, ST., MT	Analisa uji Performance dan konsumsi Daya Motor BLDC 350 Watt terhadap Vibrasi Mekanis dengan Variasi kecepatan dan variasi pembebanan	Teknik Listrik	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. latar belakang tdk jelas. Tdk didukung referensi/ penelitian sebelumnya 2. tinjauan pustaka 3. metode penelitian	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
23	Nofiansyah, ST., MT. Mutiar, ST.,MT. M. Noer, S.ST.,MT. Nurhaida, ST., MT.	Pengoperasian Motor Induksi 3 Fasa 1KW dengan system Y-A dengan menggunakan HP (Smartphone)	Teknik Listrik	ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. TIPUS tambahkan jurnal bereputasi terbaru 2. metode kurang jelas, lebih terinci	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
24	Yeni Irdayanti, ST., M.Kom. Dr. RD. Kusumanto, ST., MM Masayu Anisah, ST., MT Niksen Alfarizal, ST., M.Kom.	Aplikasi Sensor Ultrasonik sebagai peningkatan Kinerja Robot Roda Dua	Teknik Elektronika	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Tambahkan luaran penelitian & Roadmap penelitian 2. Cara penulisan daftar pustaka	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
25	Yurni Oktarina, ST., MT. Ir. Pola Risma, MT Dr. Eng Tresna Dewi, ST., M.Eng Ir. M. Nawawi, MT	Eye in hand arm robot manipulator pemetik buah sebagai alat peraga pada mata kuliah praktek kecerdasan artifisial dan robot vision	Teknik Elektronika	ada	ada	Rp	20.000.000		Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
26	Destra Andika P, ST., MT. Nyayu Latifah Husni, ST., MT Ekawati Prihatini , ST., MT. Selamat Muslimin, ST., M.Kom.	Implementasi Modul DSP TMS320C6416T untuk perancangan alat pendeteksi suara	Teknik Elektronika	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. Luaran tidak dicantumkan 2. pada roadmap kata penelitian awal 2018, sekarang baru proposal April 2019 3. Tambahkan pustaka	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)

NO	NAMA KETUA/ ANGGOTA	JUDUL	JURUSAN	LUARAN		DANA YANG DISETUJUI	HASIL EVALUASI PENILAI	
				WAJIB	TAMBAHAN		INSTITUSI	INTERNAL/JURUSAN
27	Sabilal Rasyad, ST., M.Kom Evelina, ST., M.Kom. Amperawan, ST, MT. Dewi Permata Sari, ST., M.Kom	Desain Modul Trainer Elektronika Analog di Laborat orium nanalog Polsri	Teknik Elektronika	ada	ada	Rp 20.000.000	1. tambahkan tinjauan pustaka berupa artikel ilmiah terbaru dari jurnal bereputasi terkait topik penelitian 2. daftar pustaka 3. metode penelitian	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
28	Ir. Yordan Hasan, ST., M.Kom Yudi Wijanarko, ST., MT. Abdurahman, ST., M.Kom	Sensor RFID Sebagai Saklar Pembuka Pintu dan Saklar Lampu Otomatis	Teknik Elektronika	ada	ada	Rp 20.000.000		Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
29	Lindawati, ST., MT. Irma Salamah, ST., M.TI Asriyadi, ST., MT. M. Fadhli, S.Pd., MT	Perancangan Sistem Ketersediaan slot parkir dengan pengamanan data yang berbasis arduino dan RFID	Teknik Telkom	ada	ada	Rp 20.000.000	1. perlu dijelaskan jumlah slot yg disediakan 2. belum ada roadmap	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
30	Sopian Soim, ST.,MT. Dr. Ing. A. Taqwa, MT Ir. Suroso, MT Ade Silvia Handayani, MT	Implementasi SDR Menggunakan Raspberri untuk membangun Jaringan Telepon berbasis open BTS	Teknik Telkom	Tidak ada	Tidak ada	Rp 20.000.000	1. Judul penelitian di cover dan halaman pengesahan tidak sama 2. Roadmap belum dicantumkan 3. Luaran belum dicantumkan 4. Tambahkan referensi	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
31	Irawan Hadi, ST., M.Kom H. Abdul Rakhman, MT Nasron, ST., MT. M. Mujur Rose, ST., MT	Pengembangan fitur sistem informasi program studi teknik telekomunikasi Polsri untuk menunjang akreditasi baru dan kurikulum baru	Teknik Telkom	Tidak ada	Tidak ada	Rp 20.000.000	1. Roadmap belum dicantumkan 2. jadwal penelitian 8 bulan sementara dari P3M 6 bulan	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
32	Emilia Hesti, ST., M.Kom Adewasti, ST, M.Kom. Sholihin, ST, MT. Sarjana, ST, M.Kom.	Perancangan Robot Commando untuk mendeteksi gas dan mendeteksi logam sebagai upaya menye lamatkan Manusia	Teknik Telkom	ada	ada	Rp 20.000.000	1. Metodologi Penelitian 2. cek ulang daftar pustaka karena tidak sinkron jumlah dengan rujukan 3. tabel anggaran biaya untuk 1 tahun saja	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
33	Susanzefi, ST. M.Kom Eka Susanti, ST., M.Kom RA. Halimah Tussadyah, ST., M.Kom	Sistem Komunikasi dan informasi data wireless sensor network sebagai kendali turbin air	Teknik Telkom	ada	ada	Rp 20.000.000	1. Fenomena penelitian harus diperkuat 2. Metodologi penelitian perlu diperjelas 3. rumusan masalah dan tujuan agar disinkronkan 4. tujuan dan metodologi kurang jelas hubungannya	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
34	Ir. Ibnu Ziad, MT Ir. Ali Nurdin, MT Ir. Jon Endri, MT Ciksadan, ST, M.Kom	Implementasi Kontrol sidik jari pada jurusan Teknik elektro menggunakan Arduino	Teknik Telkom	Tidak ada	Tidak ada	Rp 20.000.000	1. Roadmap Penelitian belum tercantum 2. Luaran penelitian belum disebutkan 3. Tambahkan pustaka untuk mendukung validitas penelitian 4. pada rincian biaya tdk boleh beli komputer	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
35	Tahdid, S.T., M.T. Dr. Ir. Aida Syarif, M.T. Letty Trisnaliani, S.T., M.T. Ir. Sahrul Effendy, MT	Kajian Desain Unit Pembangkit Listrik \tenaga sampah Plastik (PLTSa) kapasitas 1 kwh menggunakan kantong kresek ditinjau dari efisiensi pembangkit yg dihasilkan pada beban optimal	Teknik Kimia	tidak ada	ada	Rp 20.000.000	1. Harus ada kontribusi state of the art 2. penggunaan anggaran disesuaikan 3. Luaran wajib IC FIRST 2019	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)

NO	NAMA KETUA/ ANGGOTA	JUDUL	JURUSAN	LUARAN		DANA YANG DISETUJUI		HASIL EVALUASI PENILAI	
				WAJIB	TAMBAHAN			INSTITUSI	INTERNAL/JURUSAN
36	Ir. Selastia Yuliati, M.Si Ir. Mustain, M.Si Ibnu Hajar, ST., MT. Ir. Fadarina HC., MT.	Prototipe alat Tray Dryer untuk Pengeringan Silika gel berbasis ampas tebu (kajian pengaruh waktu dan laju pengeringan terhadap panas konveksi dan konduksi	Teknik Kimia	Tidak ada	Tidak ada	Rp	20.000.000	1. apa yang mau dipublikasi 2. perbaiki pustaka dan luaran	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
37	Ida Febriana, S.Si., M.T. Taufik Jauhari, S.T.,M.T. Ir. KA. Ridwan, M.T. Anerasari, M.Eng., M.Si	Analisa Kinerja Rancang bangun Prototipe Biodiesel Processor menggunakan minyak jelantah terhadap Rendemen Biodiesel yang dihasilkan	Teknik Kimia	ada	ada	Rp	20.000.000	1. perlu ditambahkan latar belakang 2. perbaiki gambar alat 3. daftar pustaka yang benar	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
38	Ir. Robert Junaidi, M.T. Indah Purnamasri, ST., M.Eng Dr. Ir. M. Yerizam Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si	Perbandingan Proses Reverse Osmosis (RO), ion Exchange, dan Distilasi pada Pembuatan Air Murni (Pure Water)	Teknik Kimia	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. Judul perlu diperhatikan 2. pustaka harus diperbaiki /update 3. ada yang tidak ada dalam tulisan & daftar pustaka 4.Perumusan masalah harus lebih tajam	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
39	Ir. Erlinawati, M.T. Agus Manggala, ST.,MT. Ahmad Zikri, ST.,MT Ir. Sutini Pujiastuti Lestari.,MT.	Pengolahan Biji Bintaro sebagai Bahan Bakar Alternatif Biodiesel dan Biopellet	Teknik Kimia	ada	ada	Rp	20.000.000		Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
40	Ir. Arizal Aswan, MT Ir. Fatria, MT Zurohaina, ST., MT. Ir. Irawan Rusnadi, MT	Pengembangan Prototipe Reaktor Pirolisis guna konversi limbah plastik menjadi bahan bakar cair	Teknik Kimia	tidak ada	ada	Rp	20.000.000	1. Harus ada kontribusi state of the art 2. penggunaan anggaran disesuaikan 3. Luaran wajib IC FIRST 2019	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
41	Dr. Yohandri Bow, M.S. Adi Syakdani, ST., MT Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si Ir. M. Taufik, Msi	Sistem Pengeringan Bahan Pangan dengan Energi Surya	Teknik Kimia	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Judul tidak jelas 2. buat bagan alir penelitian agar lebih jelas metodologinya	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
42	Hilwatullisan, ST., MT. Ir. Siti Chodijah, MT Dr. Ir. A. Husaini, MT., C.EIA. Ir. M. Zaman, M.Si., MT.	Pengembangan Produk Biskuit dengan memanfaatkan tepung daun kelor sebagai sumber gizi tambahan	Teknik Kimia	ada	ada	Rp	20.000.000	1. permasalahan diperjelas yg berkaitan dgn judul 2. pustaka diperbaiki 3. adanya relevansi dgn peneliti terdahulu	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
43	Meilianti, ST.,MT Ir. Sofiah, MT Yuniar, ST., Msi Dr. Martha Aznury, M.Si	Pemanfaatan umbi bit sebagai alternatif gula sehat dalam bentuk permen jelly	Teknik Kimia	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. Pendahuluan seharusnya menukik & Tajam 2. Pustaka yg kacau dan tidak terstruktur 3. Permasalahan yg tidak menjurus pada judul yang akan diteliti	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
44	Ir. Erwana Dewi, M.Eng Ir. Aisyah Suci Ningsih, MT Dr. Ir. Leila Kalsum, MT Ir. Elina Margaretty, MT	Perancangan alat proses produksi air minum dalam kemasan menggunakan teknologi Reverse osmosis rembran	Teknik Kimia	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. kajian pustaka & relevansi kurang 2. kurangnya landasan penelitian 3. perbaiki pada cara penulisan proposal 4.Tidak ada sitasi/minim sitasi sehingga tidak jelas kepustakaannya	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)

NO	NAMA KETUA/ ANGGOTA	JUDUL	JURUSAN	LUARAN		DANA YANG DISETUJUI		HASIL EVALUASI PENILAI	
				WAJIB	TAMBAHAN			INSTITUSI	INTERNAL/JURUSAN
45	Idha Silviyati, ST., MT. Endang Supraptiah, ST., MT. Ir. Nyayu Zubaidah, MT. Ir. Jaksen M. Amin, Msi.	Polimer High Density Poly Ethylene (HDPE) sebagai binder pada bata ringan hebel (Celcon)	Teknik Kimia	ada	ada	Rp	20.000.000	1. perlu perbaikan pada latar belakang, terutama pada target penelitian sesuai dgn roadmap yg direncanakan 2.prebaiki judul 3.perbaiki isi pustaka	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
46	Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si Dr. Ir. Aida Syarif, M.T. Dr. Ir. M. Yerizam Dr. M. Syahirman Yusi, MS.	Pembuatan Biodiesel degan teknologi induksi	T. Energi (S2)	ada	ada	Rp	20.000.000		Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
47	Dr. Ir. Leila Kalsum, MT Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si Dr. Ir. A. Husaini, MT., C.EIA. Dr. Yohandri Bow, M.S.	Produksi biogas dari kotoran sapi pada biodigester sistem batch	T. Energi (S2)	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Minim Kepustakaan 2. pustaka perlu diperbaiki lagi 3. luaran wajib IC FIRST 2019	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
48	Dr. Ing. Ahmad Taqwa , MT Dr. RD. Kusumanto, ST., MM Dr. Eng. Tresna Dewi, ST., M.Eng Carlos, RS, ST., MT	Sistem Pendinginan berkala PLTS Mini untuk mengat asi pemanasan berlebih di kota Palembang	T. Energi (S2)	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Tambahkan luaran untuk publikasi ilmiah 2. diagram alir penelitian lebih di spesifikasikan lagi sehingga sesuai dgn tertera dimetodologi	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
49	Ir. A. Bahri Joni, MM., Kom Herlambang Saputra, Ph.D Indarto, ST., M.Cs Ahyar Supani, ST., MT.	Implementasi Pemindai Sidik Jari pada sistem keamanan pintu dengan data server presensi	Teknik Komputer	ada	ada	Rp	20.000.000	1. proposal harus mengacu format dari P3M 2. cek ulang daftar pustaka dan rujukan (harus sinkron) 3. lengkapi dgn CV peneliti	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
50	Meiyi Darlies, S.Kom., M.Kom Ema Laila, S.Kom., M.Kom Ali Firdaus, S.Kom., M.Kom ,	Penerapan Karya fotografi dokumenter menggunakan Metode EDFAT Studi kasus suku orang Rimba bukit12	Teknik Komputer	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Judul sebaiknya : Analisis Metode EDFAT pada Teknik Fotografi 2. Tampilkan metode pembanding selain metode EDFAT 3. tambahkan pustaka yg mendukung penelitian	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
51	Ikhtison Mekongga, ST Isnaini Azro, S.Kom., M.Kom Ica Admirani, S. Kom., M.Kom.	Teknologi Biometrik Sidik Jari Berbasis Arduino seba gai system pengunci pintu dan pengendali peralatan Laboratorium	Teknik Komputer	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Fenomena Penelitian harus diperkuat 2. Metodologi penelitian perlu diperjelas 3. ikuti format proposal 4. Luaran belum jadi pengayaan bahan ajar	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
52	Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom. M. Miftakhul Amin, S.Kom., M.Kom. Adi Sutrisman, S.Kom., M.Kom Ervi Cofriyanti, S.Kom., M.Si	Rancang Bangun Sistem Keamanan pintu portal parkir menggunakan RFID dab Password berbasis Fuzzy Logic pada Polsri	Teknik Komputer	ada	ada	Rp	20.000.000	1. perlu kejelasan target capaian dari permasalahan yg diuraikan sesuai dgn roadmap yg direncanakan 2. Metode penelitian logika fuzzy belum diuraikan	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
53	Alan Novi Tompunu, ST., MT. Yulian Mirza, ST., M.Kom Azwardi, ST., MT.	Sstem Keamanan Pintu Ruangan Menggunakan E-KTP Berbasis Mikrokontroler	Teknik Komputer	ada	ada	Rp	20.000.000	1. perkuat fenomena, kaitkan dgn penelitian terdahulu 2. lengkapi roadmap penelitian 3. Benahi anggaran lainnya	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)

NO	NAMA KETUA/ ANGGOTA	JUDUL	JURUSAN	LUARAN		DANA YANG DISETUJUI		HASIL EVALUASI PENILAI	
				WAJIB	TAMBAHAN			INSTITUSI	INTERNAL/JURUSAN
54	Yuli Antina Aryani, SE., M.Si Aladin, SE., M.Si., Ak, CA Dr. Evada Dewata, SE., M.Si., Ak., CA Yuliana Sari, SE., M.Ba., CA	Pemetaan dan Klasterisasi untuk meningkatkan daya saing UMKM di kota Palembang	Akuntansi	tidak ada	tidak ada	Rp	19.000.000	1. Metode penelitian kurang jelas, khususnya untuk analisis deskriptif 2. Kesesuaian biaya 3.Penjelasan snowball sampling kurang	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
55	Yevi Dwitayanti, SE., M.Sc Maria., SE., M.Si., Ak Nurhasanah, SE., M.Si., Ak., CA Rosy Armaini, SE., M.Si., Ak., CA	Dampak Implementasi Program Dana desa terhadap Tingkat Kesejahteraan Masyarakat di Indonesia	Akuntansi	ada	ada	Rp	20.000.000	1.tulis kriteria yg akan dijadikan sampel, cari data ttg desa yang menerima dana desa 2. luaran wajib FIRST 2019, sesuai dgn anggaran kontribusi penelitian harus ada	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
56	Dra. Susi Ardiani., M.Si Sarikadarwati., SE., M.Si., Ak., CA Henny Yulsiati., SE., M., Ak Sandrayati., SE., M.Si., Ak	Pengaruh Citra Rumah Sakit dan Kualitas Pelayanan terhadap loyalitas pelanggan melalui kepuasan pelanggan pada Rumah Sakit Siti Khadijah Kota PLG	Akuntansi	ada	ada	Rp	19.000.000	1. cek ulang daftar pustaka, hanya pustaka yg dirujuk yang dimasukkan di daftar pustaka 2. pada metodologi perlu diperjelaskan jumlah sampling supaya terwakili untuk membuat kesimpulan 3. Perlu kesesuaian biaya	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
57	Anggreraini Oktarida., SE., M.Si., Ak Eka Jumarni Fitri., SE., M.Si., Ak Dr. Lambok Vera Riama P., SE., M.Si A Sri Hartaty, SE., M.Si., Ak	Pengaruh Pemanfaatan Teknologi Informasi Akuntansi Sistem Pengendalian Internal, Good Governance dan Komitmen organisasi terhadap kualitas laporan keuangan daerah pada badan pengelolaan keuangan dan aset daerah kota Palembang.	Akuntansi	ada	ada	Rp	19.000.000	1. Cara mengumpulkan data 2. cakupan penelitian luas sekali 3. kesesuaian antar kutipan & daftar pustaka di perhatikan agar sesuai 4. rincian biaya tidak ada, biaya dikurangi.	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
58	Zulkifli, SE., MM. Sukmini Hartati., SE., MM. Dr. Rita Martini., SE., M.Si., Ak., CA Endah Widyastuti, SE., M.Si., Ak., CA	Pengaruh Pendapatan Desa terhadap belanja desa Bidang pembangunan Kabupaten Lahat	Akuntansi	ada	ada	Rp	20.000.000	1. State of the art	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
59	Sopiyan AR., SE., MM. Drs. H. Ardiyan Natoen., M.Si Dr. Periansyah, SE., MM. Indra Satriawan., SE., M.Si., Ak	Pengaruh Kompetensi dan kepemimpinanterhadap motivasi serta implikasinya pada komitmen aparatur Sipil Negara pada kantor Gubernur Sumatera Selatan	Akuntansi	tidak ada	tidak ada	Rp	19.000.000	1. Judul dengan rumusan masalah yg berbeda 2. gunakan font yg sesuai format dari P3M 3. Anggaran perlu disesuaikan	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
60	Darul Amri., SE., MM. Dr. M. Thoyib., SE., M.Si Firmansayh, SE., MM. Riza Wahyudi., SE., MM., Ak.	Determinan Strategi Pengembangan dan Gaya Kepemimpinan serta komitmen organisasi terhadap Implika sinya pada Kinerja Usaha Mikro Kecil dan menengah di Kota Palembang SumseI	Akuntansi	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. Definisi operasional lebih terinci 2. roadmap penelitian yg lebih jelas bukan berupa simbol yg tidak dijelaskan lebih lanjut	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
61	Sulaiman, SE., MM. Bainil Yulina, SE, M.Si Siska Aprianti, SE., M.Si., Ak., CA	Analisis Pengaruh kesiapan modal dan pemanfaatan E-Commerce terhadap daya saing usaha Mikro kecil dan menengah (UMKM) kain tenun Palembang	Akuntansi	tidak ada	tidak ada	Rp	19.000.000	1. indikator variabel kesiapan modal kurang jelas lingkupnya 2. anggaran pendanaan untuk konferensi harus disesuaikan	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
62	M. Husni Mubarak, SE., Msi., Ak., CA Farida, MS Nelly Masnilla, SE., Msi., Ak., CA.,	Analisis Determinan kepatuhan Wajib Pajak Dalam membayar pajak Bumi dan Bangunan di Kecamatan Bukit Kecil Palembang	Akuntansi	ada	ada	Rp	19.000.000	1. cek ulang daftar pustaka, hanya pustaka yang dirujuk yg boleh dimasukkan ke daftar pustaka 2. tambahkan alur kerja supaya memperjelas penyelesaian masalah di metodologi (dibuat ringkas) 3. Anggaran harus disesuaikan	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)

NO	NAMA KETUA/ ANGGOTA	JUDUL	JURUSAN	LUARAN		DANA YANG DISETUJUI		HASIL EVALUASI PENILAI	
				WAJIB	TAMBAHAN			INSTITUSI	INTERNAL/JURUSAN
63	Munparidi, SE., M.Si Dr. L.Suhairi Hazisma, SE., M.Si Dr. Jalaludin Sayuti, SE., M. Hum.Res Drs. Dibyantoro, MM	Model Keterlibatan Karyawan sebagai strategi peningkatan kinerja karyawan	Adm. Bisnis	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Gunakan Referensi yang update 2. Perjelas Kriteria Populasi, Sampel, dan unit analisis 3. Teknik analisis belum ada 4. Rincian biaya perlu disesuaikan	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
64	Fetty Maretha, SE., MM. Yulia Febrianti, SE.I, M.I.I.S., Ph.D Rini, SE., MAB Lisnini, SE., M.Si	Model Pemberdayaan sebagai strategi daya saing Wirausaha Perempuan UMKM di Kota Palembang	Adm. Bisnis	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. cantumkan kaitan penelitian saat ini dgn penelitian sebelumnya dan penelitian di masa datang pada roadmap penelitian 2. harap istilah bahasa asing di italic 3. cek kembali daftar pustaka	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
65	Gusti Ayu Oka Windarti, SE., MM Esya Alhadi, SE., MM. Dra. Elvia Zahara, MM. Titi Andriyani, SE., M.Si	Model Loyalitas Nasabah dalam menggunakan layanan perbankan	Adm. Bisnis	ada	ada	Rp	19.000.000	1. Fenomena perlu diperkuat 2. Kriteria sampel & unit analisis harus diperjelas 3. Anggaran Penelitian perlu ditinjau, dikurangi 4. Hipotesis & alat /instrumen penelitian perlu ditambahkan	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
66	Pridson Mandiangan, SE., MM. Desloehal Djumrianti, SE., MIS.,Phd Hanifati, SE., MM	Teknologi Transportasi Online dan keahlian komunikasi pengemudi wanita	Adm. Bisnis	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Dana ATK dan perjalanan harap dikurangi 2. Jenis font tidak sama, dan ada beberapa typo	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
67	Dewi Fadilah, SE., MM. Mariskha Z, SE., MM Hendra Sastrawinata, SE., MM. M. Riska Maulana Effendi., SE.,MM	Analisis Pengaruh Pembelajaran, Sosialisasi, Persepsi Resiko dan Kepercayaan terhadap minat Mahasiswa di Palembang Melakukan Investasi Pasar Modal	Adm. Bisnis	ada	ada	Rp	20.000.000	1. luaran wajib IC FIRST 2019 2. Roadmap diperjelas lagi 3. format sesuai panduan 4.tambahkan penelitian terdahulu 5. Rincian biaya	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
68	Heri Setiawan, SE., M.AB Abd. Hamid, SE., M.Si Ummasyroh, SE., M.Ed.M. Jusmawi Bustan, SE., M.Si	Model Pengembangan Daya Tarik Wisata Kuliner sebagai daya tarik wisata berkelanjutan	Adm. Bisnis	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Distribusi/sebaran populasi & Sampel penelitian harus diperjelas 2. Tambahkan/Instrumen penelitiannya 3. rumusan masalah & tujuan terlalu panjang msh bisa dirangkum, rujukan & daftar pustaka belum pas .	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
69	Dr. Sari Lestari ZR, SE., M.Ec Dr. Hadi Jauhari, SE., M.SI Dr. Neneng Miskiyah, SE., M.Si	Analisis Dimensi Digital Marketing terhadap kreatifitas dan inovasi anggota komunitas pariwisata di Indonesia	Adm. Bisnis	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Benahi anggaran biaya penelitian 2. Operasional Variabel perlu diperjelas 3. Instrumen penelitian tidak lengkap 4. cakupan penelitian perlu dibatasi	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
70	Yusnizal Firdaus, SE., MM. Alhushori, SE., M. AB M. Yusuf, SE., M.Si., Ph.d Dr. Markoni, SE., MBA	Analisis Pengawasan Penataan Lingkungan Hidup pada kawasan pabrik kelapa sawit di kabupaten OKI	Adm. Bisnis	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Perbaiki anggaran biaya penelitian 2. Populasi & Sampel penelitian dipertegas 3.Kriteria unit analisis harus jelas 4. Instrumen Penelitian tambahkan 5. pendahuluan terlalu panjang	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
71	Elisa, SE., M.Si Dra. Yusleli Herawati., Mm. Purwati, SE., MM. Dr. Marieska Lupikawaty, SE., M.Si	Penentuan Harga pokok produksi sebagai dasar penetapan harga jual produksi usaha mikro, kecil dan menengah (Usaha Pempek di kec. IB I Plg)	Adm. Bisnis	ada	ada	Rp	19.000.000	1. Fenomena Penelitian lemah 2. Populasi, Sampel, dan unit analisis tidak jelas 3. Variabel penelitian, operasionalnya tidak jelas 4.Perlu diubah, menjadi "Faktor-Faktor yang mempengaruhi penetapan harga jual pempek 5. Anggaran perlu disesuaikan	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)

NO	NAMA KETUA/ ANGGOTA	JUDUL	JURUSAN	LUARAN		DANA YANG DISETUJUI		HASIL EVALUASI PENILAI	
				WAJIB	TAMBAHAN			INSTITUSI	INTERNAL/JURUSAN
72	Dr. Paisal, SE., M.Si Afrizawati, SE., M.Si Divianto., SE., MM. Yahya, SE., M.Si	Pengaruh antara iklim organisasi dengan kinerja karyawan.	Adm. Bisnis	tidak ada	tidak ada	Rp	20.000.000	1. harap mencantumkan roadmap penelitian dari penelitian sebelumnya dan penelitian dimasa yang akan datang 2. metodologi perlu bagan alur penelitian 3. update pustaka kurang	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
73	Henny Madora, S.Kom., MM. Yusniarti, S.Kom., M.Kom. Ida Wahyuningrum, SE., M.Si Muhammad Noval, SE., M.Si	Sistem Informasi katalog buku di ruang baca (perpustakaan) berbasis web jurusan MI Polsri	M. Informatika	ada	ada	Rp	20.000.000		Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
74	Leni Novianti, S.Kom., M.Kom Dewi Irmawati S, S.Kom., M.Kom Ienda Meiriska, S.Kom., M.Kom Devi Sartika, S.Kom., M.Kom	Rancang Bangun Aplikasi Lahan Parkir Kampus Polsri Berbasis SmartPhone	M. Informatika	ada	ada	Rp	19.000.000	1. Kontribusi dari penelitian tidak ada, tema sdh biasa 2. Dana dikurangi	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
75	Rika Sadariawati, SE., M.Si A. Ari Gunawan Sepriansyah, S.Kom Meivi Kusnandar, S.Kom., M.Kom	Sistem informasi judul Laporan Akhir dan tugas akhir mahasiswa Polsri berbasis Android	M. Informatika	ada	ada	Rp	20.000.000	1. roadmap penelitian terlalu sempit cakupannya 2. pustaka perlu ditambah 3. perlu ada penekanan aspek penelitiannya	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
76	Hetty Meileni, S.Kom., MT. Sony Oktapriandi, S.Kom.,M.Kom Desi Aprianti, SE., M.Si	Sistem Manajemen Inventory dengan menggunakan Metode EOQ (Economic Order Quantity)	M. Informatika	ada	ada	Rp	20.000.000	1. daftar pustaka perlu ditambah dan hanya pustaka yang rujuk untuk penelitian yg dimasukkan di daftar pustaka 2. tambahkan penelitian terdahulu yg relevan	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
77	Deri Darfin, S.Sos ., M.Si Robinson, S.Kom., M.Kom Ir. Zulkarnaini, MT Ridwan Effendi, SE., M.Si	Kualitas pelayanan publik pada unit perpustakaan Polsri	M. Informatika	ada	ada	Rp	20.000.000	1. Latar belakang permasalahan sesuaikan dgn yang ada pada mitra 2. Tinjauan pustaka state of the art 3. metode penelitia jelaskan secara rinci sesuai dgn tahapan dlm menyelesaikan masalah	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
78	Nita Novita, SE., M.Si Delta Khairunnisa, SE., M.Si Dr. Indri Ariyanti, SE., M.Si M. Aris Ganiardi, S. Si., M.T	Usability Perangkat Lunak CrossPlatform Penjadwa	M. Informatika	ada	ada	Rp	19.000.000	1. Dana konsumsi, Pulsa/kuota harap dikurangi ditiadakan 2.Ukuran jenis font diseragamkan sesuai dengan format P3M	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
79	Dr. Nurul Aryanti, M.Pd Dra. Murwani Ujihanti, M.Pd Dr. Welly Ardiansyah	Attitudes and Motivation of Students, Parental Education and Involvement toward Reading Comprehension Achievement, Analysis from Diferent Vajables	Bahasa Inggris	tidak ada	ada	Rp	20.000.000	1. Harus ada kontribusi state of the art 2. penggunaan anggaran disesuaikan, kurang 3. Luaran wajib IC FIRST 2019	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)
80	Darmaliana, S.Pd. M. Pd Dra. Sri Endah K, M.Pd Dra. Risnawati, M.Pd Dra. Risa, M.Pd	Pengembangan Materi Ajar Speaking 2 berbasis pendekatan komunikatif (Communicative Approach) bagi mahasiswa jurusan Bahasa inggris Polsri	Bahasa Inggris	ada	ada	Rp	19.000.000	1. Dana harus dikurangi terutama untuk ATK & sewa kendaraan 2. Cantumkan rujukan bagi rancangan penelitian yang akan di pakai 3. perbaiki format proposal, spasi, dll	Lihat proposal dan pengumuman jurusan (Saran dari Reviewer Internal)

Bidang Kajian : Teknologi dan Manajemen Energi
Topik Riset : Energi Baru dan Terbarukan

LAPORAN AKHIR

PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN
(PENELITIAN PENUGASAN)



PEMBUATAN BIODIESEL DENGAN TEKNOLOGI
PEMANASAN INDUKSI

TIM PENELITIAN

Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.	NIDN 0019116705
Dr. Ir. Aida Syarif, M.T.	NIDN 0011016505
Dr. Ir. H. M. Yerizam, M.T.	NIDN 0009076106
Dr. H. M. Syahirman Yusi, M.S.	NIDN 0017085807

Dibiayai Dana PNBPN Polsri Tahun Anggaran 2019
Nomor Kontrak Penelitian: 5512/PL6.2.1/LT/2019
Tanggal 18 Juli 2018

PROGRAM MAGISTER TERAPAN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
NOVEMBER 2019

**HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR
PENUGASAN PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN**

Judul Penelitian : Pembuatan Biodiesel dengan Teknologi Pemanasan Induksi

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 433/ Teknik Energi

Ketua Peneliti:

a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
b. NIDN : 0019116705
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
d. Program Studi : Teknik Energi Terbarukan
e. Nomor HP : 081271312323
f. Alamat surel (e-mail) : rusdianasari@polsri.ac.id

Anggota Dosen Peneliti I

a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Aida Syarif, M.T.
b. NIDN : 0011016505

Anggota Dosen Peneliti II

a. Nama Lengkap : Dr. Ir. H. M. Yerizam, M.T.
b. NIDN : 0009076106

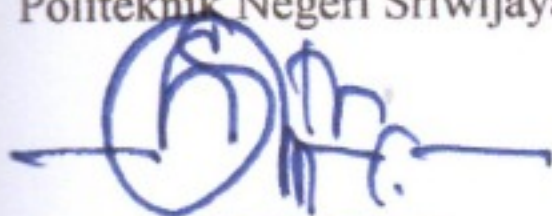
Anggota Dosen Peneliti III

a. Nama Lengkap : Dr. H. M. Syahirman Yusi, M.S.
b. NIDN : 0017085807

Waktu Penelitian : 6 (enam) bulan
Biaya Penelitian : Rp. 20.000.000,-

Palembang, November 2019

Mengetahui,
Pembantu Direktur I
Politeknik Negeri Sriwijaya



Carlos RS, S.T., M.T.
NIP 196403011989031003

Ketua Peneliti,



Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIP 196711191993032003

Mengetahui,
Direktur
Politeknik Negeri Sriwijaya

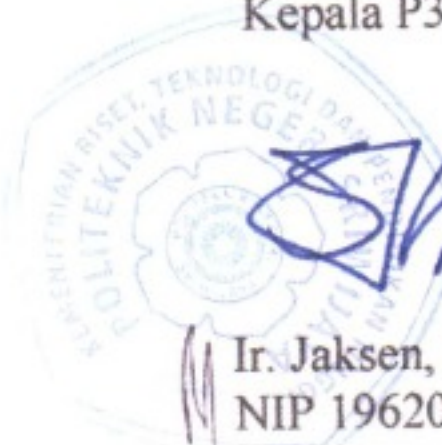


Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T.
NIP 196812041997031001

Menyetujui,
Kepala P3M



Ir. Jaksen, M. Amin, M.Si.
NIP 196209041990031002



RINGKASAN

Biomassa merupakan bahan nabati yang cukup melimpah di Indonesia. Pemanfaatannya juga sedang mengalami perkembangan hingga saat ini. Salah satu bentuk pemanfaatan terhadap biomassa adalah dikonversi menjadi bahan bakar nabati yang lebih ramah lingkungan seperti dikonversi menjadi biodiesel. Dalam proses produksi biodiesel sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan sangat diperlukan dalam penguasaan keahlian konversi energi terbarukan dari biomassa. Biodiesel dapat diproduksi dengan mereaksikan trigliserida dengan alkohol menjadi metil ester dan hasil samping gliserol dengan bantuan katalis. Alat produksi biodiesel yang digunakan pada penelitian ini berupa reaktor dengan teknologi induksi. Induksi memanfaatkan panas non-kontak dari induksi medan magnet yang mengenai logam. Panas akan dihasilkan dari bahan yang sedang dipanaskan sehingga energi yang hilang ke lingkungan menjadi lebih sedikit. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam menunjang pengembangan keahlian di bidang energi terbarukan khususnya mendapatkan biodiesel dengan bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) maupun minyak jelantah dengan pemanasan secara induksi. Dari hasil penelitian diperoleh kondisi operasi optimum untuk mendapatkan biodiesel menggunakan teknologi pemanasan induksi yang memperoleh *yield* tertinggi dan sesuai SNI yaitu penggunaan rasio 1:7, temperatur reaksi 60°C, dan konsentrasi katalis 1% dengan *yield* sebesar 86,95%. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan pada kondisi optimum sesuai dengan SNI yaitu densitas 0,858 gr/cm³, viskositas 5,727 cSt, titik nyala 190°C, angka asam 0,439 mg-KOH/gr, kadar ester 98,04%, dan angka setana 52,01, namun beberapa parameter seperti densitas dan viskositas kurang sesuai dengan Standar Eropa.

Kata kunci: biomassa, biodiesel, pemanasan induksi

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
RINGKASAN	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Luaran Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>State of the Art</i> Penelitian.....	3
2.2 Peta Jalan Penelitian.....	4
2.3 Prinsip Kerja Pemanas Induksi	5
2.4 Komponen Kompor Induksi.....	6
2.4 Biodiesel.....	6
2.5 Transesterifikasi	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	10
3.2 Bahan dan Alat	10
3.2.1 Bahan yang Digunakan	10
3.2.2 Alat yang Digunakan	10
3.3 Prosedur Penelitian	12
3.3.1 Pengujian Kadar Asam Lemak Bebas (ALB)	12
3.3.2 Pembuatan Biodiesel.....	13
3.3.3 Analisa Biodiesel	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Hasil	17
4.2 Pembahasan.....	21
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	48

DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar

1. Roadmap Penelitian Energi Biomassa	4
2. Roadmap Penelitian Pembuatan Biodiesel.....	5
3. Skema Kerja kompor Induksi	6
4. Diagram Alir Penelitian	11
5. Alat Produksi Biodiesel Teknologi Induksi	12
6. Alat Produksi Biodiesel Teknologi Pemanasan Induski	20
7. Grafik Produksi Yield Biodiesel dengan Variasi Rasio Mol Minyak/Metanol	24
8. Grafik Produksi Yield Biodiesel dengan Variasi Temperatur Reaksi	25
9. Grafik Produksi Yield Biodiesel dengan Variasi Konsentrasi Katalis.....	26
10. Grafik Densitas Biodiesel dengan Variasi Rasio Mol Minyak/Metanol....	28
11. Grafik Densitas Biodiesel dengan Variasi Temperatur Reaksi.....	28
12. Grafik Densitas Biodiesel dengan Variasi Konsentrasi Katalis.....	30
13. Grafik Viskositas Biodiesel dengan Variasi Rasio Mol minyak/methanol	31
14. Grafik Viskositas Biodiesel dengan Variasi Temperatur Reaksi.....	32
15. Grafik Viskositas Biodiesel dengan Variasi Konsentrasi Katalis	33
16. Grafik Titik Nyala Biodiesel dengan Variasi Mol Minyak/Metanol	35
17. Grafik Titik Nyala Biodiesel dengan Variasi Temperatur Reaksi	36
18. Grafik Titik Nyala Biodiesel dengan Variasi Konsentrasi Katalis	37
19. Grafik Angka Asam Biodeisel dengan Variasi Rasio Mol Minyak/methanol	38
20. Grafik Angka Asam Biodiesel dengan Variasi Temperatur Reaksi.....	39
21. Grafik Angka Asam Biodiesel dengan Variasi Konsentrasi Katalis.....	40
22. Grafik Ester Biodiesel dengan Variasi Rasio Mol Minyak/methanol.....	41
23. Grafik Ester Bioidesel dengan Variasi Temperatur Reaksi	42
24. Grafik Ester Biodiesel dengan Variasi Konsentrasi Katalis	43
25. Grafik Angka Setana dengan Variasi Rasio Mol Minyak/Metanol	44
26. Grafik Angka Setana dengan variasi Temperatur Reaksi	45
27. Grafik Angka Setana dengan Variasi Konsentrasi Katalis	45

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel

1. Persyaratan Kualitas Biodiesel.....	7
2. Hasil Analisa Karakteristik Minyak Jelantah	17
3. Yield yang Dihasilkan untuk Variasi Rasio Molar Minyak/Metanol	18
4. Yield yang Dihasilkan untuk Variasi Temperatur Reaksi	18
5. Yield yang Dihasilkan untuk Variasi Konsentrasi Katalis.....	18
6. Hasil Analisa Kualitas Produk Biodiesel Variasi Rasio Molar Minyak Dengan Metanol	18
7. Hasil Analisa Kualitas Produk Biodiesel Variasi Temperatur Reaksi.....	19
8. Hasil Analisa Kualitas Produk Biodiesel Variasi Konsentrasi Katalis	19
9. Spesifikasi Alat Produksi Biodiesel Teknologi Pemanasan Induksi	20

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk di setiap harinya berdampak pada berbagai sektor, tak terkecuali sektor energi. Konsumsi energi di Indonesia selama 2010-2015 masih didominasi oleh bahan bakar minyak (BBM) yaitu mencapai 25% diikuti oleh gas bumi (11%), listrik (11%), batubara (6,2%), dan LPG (4,8%) [1]. Maka untuk memenuhi kebutuhan energi yang semakin meningkat, salah satu langkah yang diambil oleh pemerintah adalah melakukan mandatori penggunaan bahan bakar nabati (BNN) terutama biodiesel. Mandatori biodiesel sendiri telah diatur dalam Permen ESDM No. 12/2015 dengan pemakaian biodiesel (B100) pada tahun 2025 setidaknya berada pada tingkat 30%. Dalam kurun 2015-2050 kebutuhan biodiesel akan berkembang dengan laju pertumbuhan 8,4% per tahun mengikuti batas bawah dan 9,4% per tahun mengikuti batas atas RAPBN 2017 [1]. Sumber daya biomassa di Indonesia juga memiliki potensi yang sangat besar, yaitu 32.654 MW sedangkan kapasitas yang terpasang saat ini hanya sekitar 92,726 MW [2]. Melihat kondisi tersebut, maka dilakukan penelitian untuk memproduksi biodiesel berbahan baku biomassa dengan jumlah yang tinggi dalam waktu yang singkat.

Pada rencana strategis penelitian (RIP) Politeknik Negeri Sriwijaya, terdapat bidang unggulan perguruan tinggi yaitu **Teknologi dan Manajemen Energi**. Bidang unggulan ini sangat mendukung rencana penelitian ini. Topik penelitian yang dipilih pada penelitian terapan unggulan Polstri ini sangat relevan dan mendukung capaian Rencana Strategis Penelitian Perguruan tinggi yaitu “Pembuatan Biodiesel dengan Teknologi Induksi”. Teknologi dan manajemen energi akan mendukung pemanfaatan bahan biomassa berupa *Crude Palm Oil* (CPO) dan minyak jelantah menjadi sumber energi berbahan baku nabati yang lebih ramah lingkungan.

Teknologi induksi dalam penggunaannya sebagai metode konversi pada pembuatan biodiesel sangat dibutuhkan saat ini karena dapat mempercepat proses konversi bahan baku menjadi biodiesel tanpa mempengaruhi bahan yang sedang dipanaskan karena ia memanfaatkan panas yang terjadi secara non-kontak akibat dari induksi medan magnet yang mengenai logam sehingga panas dihasilkan dari dalam

bahan yang sedang dipanaskan. Dengan pemanfaatan teknologi induksi ini maka akan meningkatkan efisiensi dalam proses pembuatan biodiesel.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana memperoleh produk biodiesel dari bahan baku minyak jelantah dengan menggunakan teknologi induksi.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan produk biodiesel yang memenuhi standar yang berlaku dengan bahan baku minyak jelantah dengan teknologi induksi.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi IPTEK
Memotivasi mahasiswa untuk menghasilkan teknologi tepat guna dalam rangka membantu pemerintah untuk menghasilkan energi alternatif.
2. Bagi masyarakat
Memberikan model percontohan alat produksi biodiesel dari pemanfaatan pemanas induksi.
3. Bagi Institusi
Memperkaya bahan ajar pada praktikum konversi biomassa bagi mahasiswa S2 Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan.

1.5 Luaran Penelitian

Luaran dari penelitian ini adalah:

- Luaran wajib: laporan akhir penelitian, publikasi ilmiah dalam bentuk mengikuti seminar internasional yang luarannya prosiding terindeks scopus (IC FIRST2019)
- Luaran tambahan: pengayaan bahan ajar untuk menunjang praktikum konversi energy surya pada program studi teknik energi terbarukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State of the Art* Penelitian

Penelitian tentang pembuatan biodiesel telah banyak yang melakukan sebelumnya. Astuti telah melakukan penelitian pembuatan biodiesel dengan bahan baku minyak kelapa dengan metode pemanasan konvensional [3]. Penggunaan gelombang ultrasonik dalam produksi biodiesel juga telah dilakukan oleh Santos, dkk [4]. Pengembangan mengenai produksi biodiesel juga pernah dilakukan oleh Amalia, dkk dengan menggunakan metode subkritis alkohol [5]. Penggunaan reaktor jenis *fixed bed* digunakan dalam membuat biodiesel pernah diteliti oleh Arita [6]. Peneliti telah melakukan penelitian dalam pembuatan biodiesel dari CPO dengan menggunakan pemanfaatan gelombang mikro dilanjutkan dengan penelitian pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dengan metode *electrostatic* [7, 8]. Maka dari itu, melalui penelitian ini peneliti ingin melakukan pengembangan dalam pembuatan biodiesel dengan menggunakan teknologi induksi pada bahan baku CPO dan minyak jelantah.

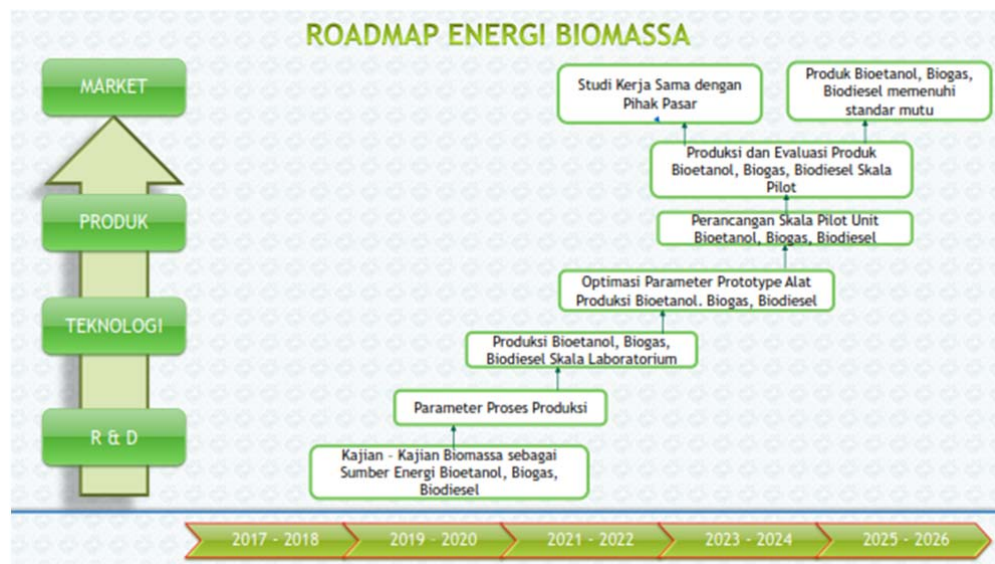
Pemanas induksi adalah panas yang dihasilkan oleh logam yang terkena induksi medan magnet karena adanya arus pusar yang arahnya melingkar melingkupi medan magnet [9]. Pemanas induksi biasa dikenal sebagai proses pemanasan yang terjadi secara non-kontak dengan menggunakan listrik yang memiliki frekuensi tinggi sehingga akan menghasilkan panas yang konduktif secara elektrik. Karena prosesnya terjadi secara non-kontak, proses pemanasan induksi tidak mempengaruhi bahan yang sedang dipanaskan. Proses yang terjadi juga sangat efisien karena panas dihasilkan di dalam bahan yang sedang dipanaskan. Sumber listrik digunakan untuk menggerakkan arus bolak balik besar melalui sebuah adaptor kumparan induksi.

Aliran arus yang melalui adaptor kumparan ini akan menghasilkan medan magnet yang sangat kuat dan cepat berubah dalam kumparan kerja. Bahan yang akan dipanaskan ditempatkan dalam medan magnet ini dengan arus bolak-balik yang sangat kuat. Ketika sebuah beban diletakkan diatas kumparan kerja yang dialiri oleh arus bolak-balik, maka nilai arus yang mengalir akan mengikuti besarannya sesuai dengan nilai beban. Medan magnet yang tinggi akan menyebabkan sebuah beban di

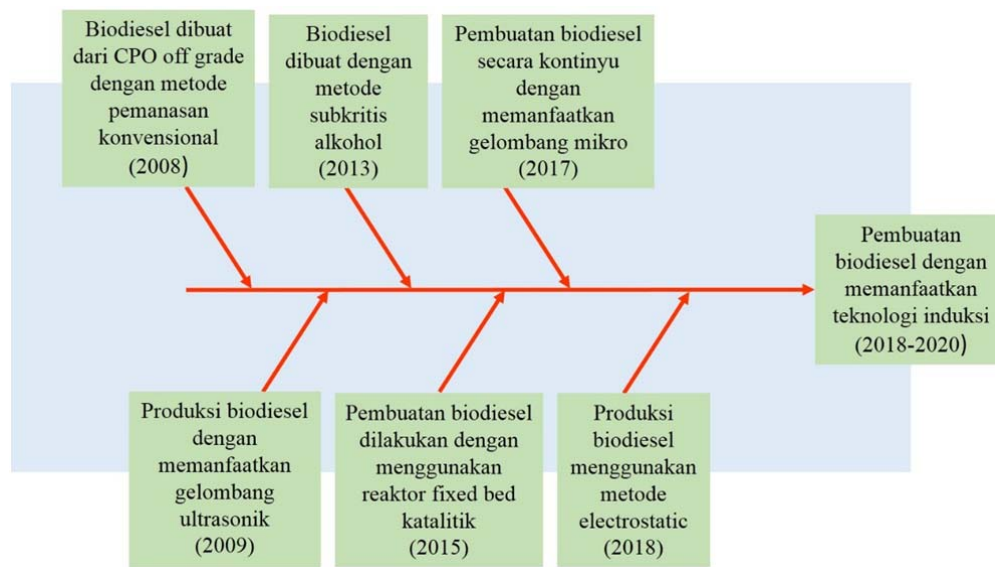
atas kumpulan kerja tersebut melepaskan panasnya sehingga panas yang ditimbulkan oleh beban tersebut justru dapat memanaskan beban itu sendiri. Panas yang dialami oleh beban akan semakin tinggi hingga mencapai nilai titik leburnya. Teknologi induksi telah diaplikasikan baik dalam bidang industri maupun rumah tangga. Salah satu peralatan yang telah memanfaatkan induksi sebagai pemanasnya adalah kompor induksi (*induction cooker*).

2.2 Peta Jalan Penelitian

Penelitian ini merupakan satu bagian penting dalam peta jalan penelitian program studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan. Untuk lebih memperjelas program penelitian secara terperinci terlihat dalam *roadmap*/peta jalan penelitian pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. *Road Map* Penelitian Energi Biomassa



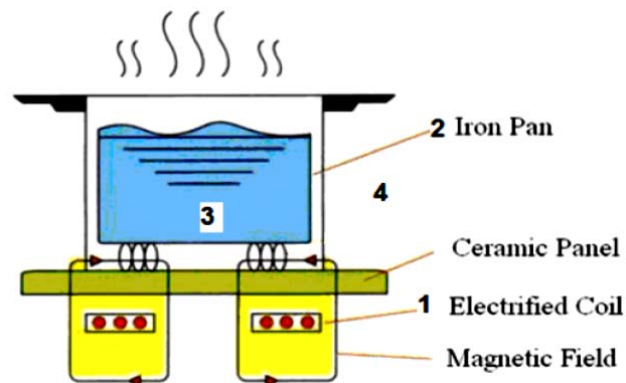
Gambar 2. Road Map Penelitian Pembuatan Biodiesel dengan Teknologi Induksi

2.3 Prinsip Kerja Pemanas Induksi

Pemanasan Induksi (*Induction Heating*) pada prinsipnya dapat dijelaskan dengan prinsip kerja transformator. Transformator bekerja karena adanya fenomena induksi elektromagnetik yang mana ketika ada suatu rangkaian tertutup yang di dalamnya mengalir arus AC menghasilkan medan elektromagnetik yang berubah-ubah pula. Seperti yang terjadi pada transformator, medan elektromagnetik (pada kumparan primer) yang berubah-ubah tersebut mempengaruhi kumparan sekunder dan pada kumparan sekunder timbul gaya gerak listrik (ggl) induksi dan mengalir arus AC jika kumparan sekunder merupakan rangkaian tertutup.

Besarnya arus pada kumparan sekunder (I_2) ditentukan dari besarnya arus pada kumparan primer (I_1) dan perbandingan lilitan antara kumparan primer dan sekunder (N_1/N_2). Seperti pada Gambar 2, ketika kumparan sekunder diganti dengan 1 kawat ($N_2 = 1$) dan dijadikan rangkaian tertutup, maka akan didapatkan nilai perbandingan lilitan yang besar dari kumparan primer dan sekunder dan akan menimbulkan arus sekunder (I_2) yang besar. Hal ini juga akan diikuti oleh kenaikan panas yang cukup besar karena adanya kenaikan beban tersebut.

2.4 Komponen Kompor Induksi



Gambar 3. Skema Kerja Kompor Induksi [10]

Secara teori kompor induksi terdiri atas 3 komponen, yaitu catu daya listrik dengan frekuensi tinggi, kumparan induktif, dan benda kerja dari bahan feromagnetik. Kumparan (1) dialiri arus listrik dengan frekuensi tinggi sehingga menghasilkan medan magnetik. Medan magnet yang menembus bejana masakan yang terbuat dari bahan besi akan menimbulkan arus pusar atau arus eddy yang membangkitkan panas pada bejana (2). Panas tambahan pada bejana juga diakibatkan oleh jerat histeresis dari bahan feromagnetik yang memiliki permeabilitas rendah. Panas pada bejana akan merambat ke masakan (3). Di luar medan magnet (4) tidak ada panas yang ditimbulkannya [11].

2.5 Biodiesel

Biodiesel merupakan salah satu alternatif bahan bakar minyak yang dapat diperoleh dari lemak tumbuhan dan hewan [12]. Biodiesel adalah monoalkil ester dari asam lemak yang memiliki rantai panjang dalam minyak nabati atau lemak hewani untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Kandungan utama biodiesel adalah alkil ester asam lemak yang dihasilkan dari trigliserida dalam minyak melalui reaksi transesterifikasi dengan alkohol dan bantuan katalis.

Persyaratan mutu biodiesel di Indonesia sudah dilakukan dalam SNI-04-718-2006, yang telah disahkan dan diterbitkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN). Persyaratan kualitas biodiesel disajikan dalam Tabel 1 [13].

Tabel 1. Persyaratan Kualitas Biodiesel Menurut SNI-04-7182-2006

Parameter dan Satuan	Batas Nilai	Metode Uji	Metode Setara
Massa jenis pada 40°C, kg/m ³	850-890	ASTM D 1298	ISO 3675
Viskositas kinematik pada 40°C, mm ² /s (cSt)	2,3-6,0	ASTM D 445	ISO 3104
Titik nyala, °C	Min. 100	ASTM D 92	ISO 2710
Titik kabut, °C	Min. 18	ASTM D 2500	-
Angka setana	Min. 51	ASTM D 613	ISO 5165
Air dan sedimen, %-vol	Maks. 0,05	ASTM D 2709	-
Temperatur distilasi 90%, °C	Maks. 360	ASTM D 1160	-
Abu tersulfatkan, %-berat	Maks. 0,02	ASTM D 874	ISO 3987
Belerang, ppm-b (mg/kg)	Maks. 100	ASTM D 5453	prEN ISO 20884
Fosfor, ppm-b (mg/kg)	Maks. 10	AOCS Ca 12-55	FBI-A05-03
Angka asam, mg-KOH/g	Maks. 0,8	AOCS Cd 3-63	FBI-A01-03
Gliserol bebas, %-berat	Maks. 0,02	AOCS Ca 14-56	FBI-A02-03
Gliserol total, %-berat	Maks. 0,24	AOCS Ca 14-56	FBI-A02-03
Kadar ester alkil, %-berat	Min. 96,5	-	FBI-A03-03

2.6 Transesterifikasi

Transesterifikasi merupakan reaksi antara trigliserida dan pelarut alkohol serta bantuan katalis basa dengan hasil berupa metil ester dan gliserol. Alkohol yang paling umum digunakan adalah metanol dan etanol. Reaksi transesterifikasi cenderung lebih cepat membentuk metil ester daripada reaksi esterifikasi yang menggunakan katalis asam. Namun, bahan baku yang akan digunakan pada reaksi transesterifikasi harus memiliki asam lemak bebas (ALB) yang kecil yaitu kurang dari 5% untuk menghindari pembentukan sabun. Produk yang dihasilkan selanjutnya akan dipisahkan menggunakan dekanter. Biodiesel yang terbentuk kemudian dimurnikan dengan menggunakan air hangat untuk menghilangkan sisa katalis dan alkohol yang tidak bereaksi. Proses transesterifikasi dapat dilakukan secara *batch* maupun kontinyu pada tekanan 1 atm dan suhu 50°C-70°C. Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester adalah:



Trigliserida Metanol Metil ester Gliserol

Penggunaan katalis pada proses pembuatan biodiesel bertujuan untuk menghasilkan nilai konversi yang maksimum walaupun prosesnya berlangsung lambat. Katalis yang biasa digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah katalis basa karena katalis ini dapat mempercepat reaksi. Produk yang diinginkan dari reaksi transesterifikasi adalah metil ester dari asam-asam lemak.

Faktor utama yang mempengaruhi rendemen ester yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi adalah:

1. Rasio molar antara trigliserida dan alkohol

Agar reaksi dapat bergeser ke arah produk, alkohol yang ditambahkan harus berlebih dari kebutuhan stoikiometrinya. Peningkatan alkohol terhadap trigliserida akan meningkatkan konversi tetapi menyulitkan pemisahan gliserol.

2. Jenis katalis yang digunakan

Penggunaan katalisator berguna untuk menurunkan tenaga aktivasi sehingga reaksi berjalan dengan mudah. Bila tenaga aktivasi kecil maka harga konstanta kecepatan reaksi bertambah besar. Ada tiga golongan katalis yang dapat digunakan yaitu asam, basa, dan enzim.

3. Suhu reaksi

Transesterifikasi dapat dilakukan pada berbagai suhu, tergantung dari jenis trigliserida yang digunakan. Jika suhu semakin tinggi, laju reaksi akan semakin cepat. Suhu selama reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada rentang suhu 30-65°C. Dalam proses transesterifikasi, perubahan suhu reaksi menyebabkan gerakan molekul semakin cepat (tumbukan antara molekul pereaksi meningkat).

4. Kandungan air dan asam lemak bebas

Terdapatnya air dalam trigliserida menyebabkan terjadinya reaksi saponifikasi yang dapat menurunkan tingkat efisiensi katalis. Jika kandungan asam lemak bebasnya tinggi maka akan dibutuhkan banyak basa.

5. Kecepatan pengadukan

Setiap reaksi dipengaruhi oleh tumbukan antar molekul yang larut dalam reaksi dengan memperbesar kecepatan pengadukan maka jumlah tumbukan antar

molekul zat pereaksi akan semakin besar sehingga kecepatan reaksi akan bertambah besar.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan selama 8 bulan mulai April sampai November 2019 di Laboratorium Konversi Energi Biomassa Politeknik Negeri Sriwijaya.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan yang Digunakan

1. Minyak jelantah	20 liter
2. Metanol	20 liter
3. Natrium hidroksida	1 kg
4. Indikator phenolphthalein	0,5 liter
5. Air aquadest	1 liter

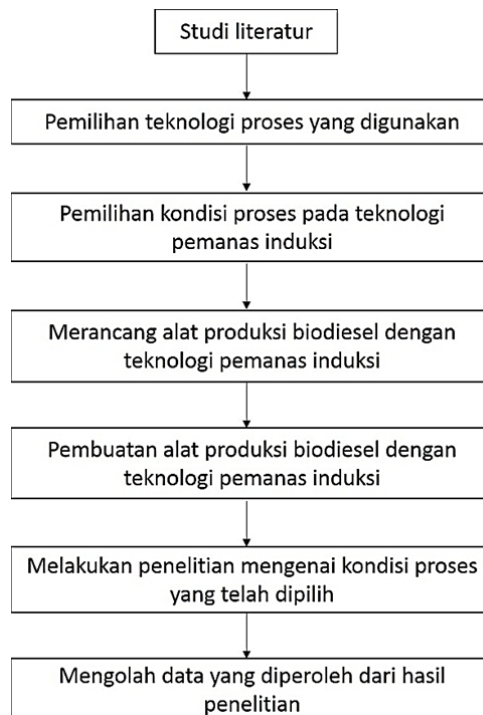
3.2.2 Alat yang Digunakan

1. Alat produksi biodiesel dengan teknologi induksi	1 unit
2. Viskometer	1 buah
3. Oven	1 buah
4. Flash point tester Pensky-Martens	1 buah
5. Neraca analitik	1 buah
6. Piknometer	1 buah
7. Gelas kimia 500 ml, 100 ml	1,1 buah
8. Labu ukur 250 ml	1 buah
9. Erlenmeyer 100 ml	1 buah
10. Kaca arloji	1 buah
11. Spatula	1 buah
12. Pengaduk	1 buah
13. Cawan porselen	1 buah
14. Biuret	1 unit
15. Corong	1 buah

16. Kertas pH

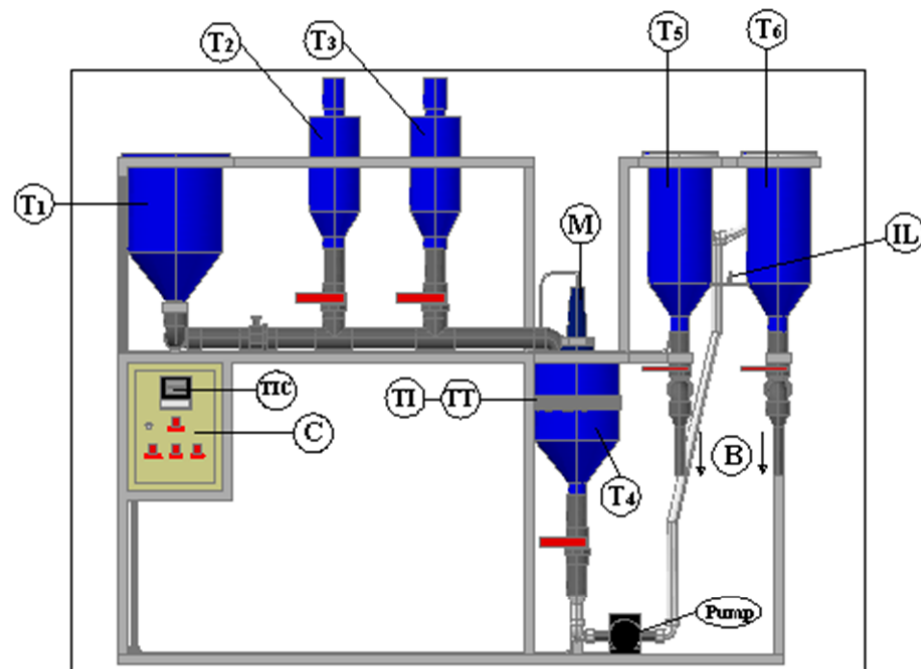
1 kotak

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 5 variasi rasio minyak dan metanol untuk tiap bahan baku yang digunakan. Setiap penelitian diukur persen *yield* biodiesel yang didapatkan. Data yang didapatkan dari hasil pengukuran disusun dalam bentuk tabel untuk dijadikan bahan kajian menentukan rasio optimum untuk memproduksi biodiesel dengan teknologi induksi.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Desain rancangan alat terlihat pada Gambar 5. Bagian-bagian peralatan mempunyai fungsi yang berbeda-beda di mana pada bagian awal unit tersebut terdapat tiga buah tangki umpan, satu buah reaktor induksi yang dilengkapi *stirrer*, satu buah pompa, dan dua buah separator.



Keterangan:

- T1 = Feed Tank
- T2 = Methanol Tank
- T3 = Catalyst Tank
- T4 = Reactant Tank
- T5 & T6 = Separator Tank
- M = Mixer
- B = Biodiesel
- TI = Temperatur Indicator
- TT = Temperature Transmitter
- C = Controller
 - Power
 - Mixer
 - Pump
- IL = Indicator Light
- TIC = Temperature Indicator Controller

Gambar 5. Alat Produksi Biodiesel Teknologi Induksi

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pengujian kadar asam lemak bebas (ALB)

1. Mengambil 5 gr sampel minyak yang akan diuji.
2. Menambahkan 50 ml metanol ke dalam wadah berisi 5 gr sampel yang akan diuji.
3. Menambahkan 3 tetes indikator pp.

4. Melakukan titrasi sampel dengan larutan NaOH 0,1 N.
5. Mencatat volume NaOH yang digunakan setelah sampel berubah warna merah.
6. Menghitung nilai ALB dengan menggunakan rumus [14]:
7. $\% \text{ ALB} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BE Asam Lemak}}{m \text{ sampel}} \times 100 \dots\dots\dots (2)$

Dengan,

V = volume NaOH (ml)

N = normalitas larutan NaOH (N)

m = massa sampel (gr)

3.3.2 Pembuatan Biodiesel

1. Menimbang 3,25 liter sampel minyak dan mencatatnya.
2. Melakukan perhitungan terhadap jumlah bahan yang dibutuhkan.
3. Menimbang metanol sesuai dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan.
4. Menyiapkan katalis berupa larutan natrium hidroksida 1%.
5. Memastikan semua katup berada dalam posisi tertutup.
6. Memasukkan minyak jelantah yang telah ditimbang ke dalam tangki umpan minyak.
7. Memasukkan katalis dan alkohol ke dalam tangki umpan katalis dan alkohol.
8. Membuka katup tangki umpan minyak dan menunggu hingga semua minyak telah masuk ke dalam reaktor.
9. Mencolokkan sakelar utama pada sumber listrik.
10. Menghidupkan alat pembuatan biodiesel dengan metode pemanas induksi dan menghidupkan motor pengaduk.
11. Melakukan pengaturan temperatur pemanasan pada control panel.
12. Membuka katup tangki umpan katalis dan alkohol setelah temperatur mencapai set point.
13. Mengamati reaksi transesterifikasi yang terjadi selama 15 menit.

14. Membuka katup reaktor dan menghidupkan pompa untuk mengalirkan campuran ke separator.
15. Biodiesel dan gliserol akan terpisah akibat adanya pengaruh gravitasi.
16. Melakukan proses pemurnian biodiesel dengan memanaskan air sejumlah perbandingan volume 1:1 hingga mencapai temperatur 60°C.
17. Mencampurkan air hangat tersebut dengan biodiesel yang ingin dimurnikan.
18. Melakukan proses pemisahan antara biodiesel dengan air cucian.
19. Melakukan proses pemurnian secara berulang hingga air cucian berwarna bening.
20. Mengurangi kadar air yang terkandung pada biodiesel dengan cara memanaskannya pada temperatur 40-48°C.
21. Menampung dan menimbang hasil biodiesel yang didapat.

3.3.3 Analisa Biodiesel

a. Pengujian densitas

1. Menimbang berat piknometer kosong.
2. Mengisi piknometer dengan air.
3. Menimbang berat piknometer dan air (pada temperatur 20°C)
4. Menghitung volume piknometer.
5. Mengeluarkan air yang ada di dalam piknometer dan mengeringkannya.
6. Mengisi piknometer dengan sampel biodiesel.
7. Menimbang piknometer yang telah berisi biodiesel.
8. Menghitung berat biodiesel.
9. Menghitung densitas biodiesel dengan menggunakan rumus [15]:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (3)$$

Dengan,

ρ Biodiesel = Densitas biodiesel (gr/cm³)

m Biodiesel = Massa biodiesel (gr)

v Biodiesel = Volume biodiesel (cm³)

b. Pengujian viskositas

1. Membersihkan alat viskometer.
2. Menentukan massa jenis bola dan massa jenis biodiesel.
3. Memanaskan sampel biodiesel hingga temperaturnya 40°C.
4. Memasukkan biodiesel ke dalam tabung viskometer sampai penuh.
5. Memasukkan bola ke dalam tabung yang telah berisi biodiesel dan mengusahakan agar tidak ada gelembung udara.
6. Menghidupkan stopwatch pada saat bola sampai tanda batas paling atas dan mematikan stopwatch pada saat bola sampai pada tanda batas paling bawah.
7. Mencatat waktu yang diperoleh.
8. Membersihkan viskometer setelah selesai praktikum.
9. Menghitung viskositas biodiesel dengan menggunakan rumus [16]:

$$\mu = K(\rho_{\text{Bola}} - \rho_{\text{Biodiesel}})t \dots\dots\dots (4)$$

dengan,

μ = Viskositas biodiesel (mm^2/s)

K = Konstanta bola ($\text{mPa.s.cm}^3/\text{gr.s}$)

ρ_{Bola} = Densitas bola (gr/cm^3)

$\rho_{\text{Biodiesel}}$ = Densitas biodiesel (gr/cm^3)

t = Waktu tempuh bola (s)

c. Pengujian titik nyala dengan cawan tertutup Pensky-Martens

1. Membersihkan dan merangkai alat uji titik nyala dengan cawan tertutup.
2. Membuka alat uji nyala cawan tertutup.
3. Mengisi sampel biodiesel ke dalam alat uji titik nyala cawan tertutup sampai tanda batas.
4. Mengunci alat uji titik nyala cawan tertutup.
5. Memanaskan alat uji titik nyala cawan tertutup sambil diaduk sampai mencapai titik nyala yang terdekat.
6. Menyalakan api dan mendekatkan pada alat uji titik nyala cawan tertutup.
7. Mencatat data titik nyala yang terukur.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan proses pembuatan biodiesel dengan bahan baku minyak jelantah menggunakan teknologi pemanasan induksi. Penelitian dilakukan selama ± 7 bulan mulai dari Desember 2018 hingga Juli 2019 meliputi pengumpulan bahan baku, *pre-treatment*, proses pembuatan biodiesel, serta analisa produk. Proses utama pembuatan biodiesel ini terjadi pada reaktor dengan teknologi pemanasan induksi. Sistem reaksi yang berlangsung pada reaktor ini dilakukan dengan cara panas yang dibangkitkan secara internal pada logam yang diinduksi oleh medan magnet sehingga akan timbul arus *eddy* yang arahnya melingkar melingkupi medan magnet yang menembus logam dan menyebabkan adanya panas. Hal ini menghemat energi yang dihantarkan pada molekul-molekul yang bereaksi melalui reaksi kimia sehingga perpindahan panas yang terjadi lebih efektif daripada reaksi secara konvensional. Sistem dengan pemanfaatan teknologi pemanasan induksi ini memiliki tujuan agar proses reaksi berlangsung dalam waktu yang lebih singkat dan lebih hemat energi.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum dari proses pembuatan biodiesel menggunakan pemanfaatan teknologi pemanasan induksi sehingga akan diperoleh persen *yield* produk biodiesel yang tinggi dan sesuai dengan standar SNI serta Standar Internasional Eropa. Standar mutu biodiesel yang menjadi acuan untuk penelitian ini adalah standar mutu biodiesel SNI-04-7182-2015 dan EN 14214. Proses produksi ini menggunakan bahan baku minyak jelantah dengan katalis natrium metoksida. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan rasio mol minyak:metanol, temperatur reaksi, serta konsentrasi katalis yang digunakan. Adapun variabel yang diamati pada penelitian ini adalah temperatur pada reaktor, massa biodiesel serta gliserol yang dihasilkan nantinya, serta waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur reaksi. Data hasil pengamatan diarahkan untuk dapat melihat pengaruh rasio mol minyak:metanol, temperatur reaksi, serta konsentrasi katalis yang digunakan terhadap persen *yield* biodiesel yang diperoleh, karakteristik produk yang dihasilkan, serta efisiensi

energi dari penggunaan teknologi pemanasan induksi sebagai metode dalam proses pembuatan biodiesel.

4.1 Hasil

4.1.1 Karakteristik Bahan Baku Minyak

Penelitian menggunakan bahan baku berupa minyak jelantah yang diperoleh dari industri kemplang dan kerupuk yang ada di daerah Kenten, Kota Palembang. Minyak jelantah yang digunakan pada mulanya diuji kadar asam lemak bebasnya untuk mengetahui apakah perlu dilakukan *pre-treatment* sebelum diproses menjadi biodiesel. Kadar asam lemak bebas minyak jelantah pada mulanya sebesar 4,32%. Minyak jelantah dapat direndam dengan menggunakan zeolit yang berfungsi untuk mengurangi asam lemak bebas yang terkandung pada minyak sehingga kadarnya menjadi lebih rendah. Namun, minyak jelantah juga dapat langsung diproses melalui reaksi transesterifikasi untuk dikonversi menjadi biodiesel tanpa melalui proses perendaman menggunakan zeolit. Adapun data hasil pengamatan karakteristik minyak dapat dilihat pada lampiran 1 dan data hasil analisa karakteristik bahan baku minyak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisa Karakteristik Minyak Jelantah

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1.	Asam lemak bebas	%	4,32
2.	Densitas	gr/cm ³	0,9191
3.	Viskositas	cSt	50,03
4.	Titik nyala	°C	>110
5.	Kadar air	%	0,8061
6.	Angka asam	mg-KOH/gr	2,26

4.1.2 Produksi Biodiesel

Pada proses produksi biodiesel dengan penggunaan teknologi pemanasan induksi, hasil penelitian yang didapatkan berupa massa produk biodiesel dan gliserol yang dinyatakan dalam satuan gram pada tiap variabel rasio molar minyak dengan metanol, temperatur, dan konsentrasi katalis untuk masing-masing variasi. Tabel 3 menunjukkan data *yield* yang dihasilkan untuk variasi rasio molar minyak dengan

metanol. Data *yield* yang dihasilkan untuk variasi temperatur reaksi dan konsentrasi katalis dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 3. *Yield* yang Dihasilkan untuk Variasi Rasio Molar Minyak/Metanol

Rasio Minyak : Metanol	<i>Yield</i> (%)
1 : 3	68,16
1 : 4	71,85
1 : 5	76,87
1 : 6	78,65
1 : 7	86,95

Tabel 4. *Yield* yang Dihasilkan untuk Variasi Temperatur Reaksi

Temperatur Reaksi (°C)	<i>Yield</i> (%)
40	69,58
45	70,82
50	75,63
55	77,35
60	86,95

Tabel 5. *Yield* yang Dihasilkan untuk Variasi Konsentrasi Katalis

Konsentrasi Katalis (%)	<i>Yield</i> (%)
0,6	81,45
0,8	83,33
1,0	86,95
1,2	83,21
1,4	78,54

4.1.3 Analisa Kualitas Produk Biodiesel

Produk biodiesel yang diperoleh dianalisa kualitasnya di Laboratorium PT. Pertamina RU III Plaju Palembang. Analisa kualitas produk yang dilakukan meliputi densitas, viskositas, titik nyala, angka asam, kadar ester, dan angka setana. Hasil analisa kualitas produk biodiesel untuk masing-masing variasi ditunjukkan pada Tabel 6, 7, dan 8.

Tabel 6. Hasil Analisa Kualitas Produk Biodiesel Variasi Rasio Molar Minyak dengan Metanol

No.	Parameter	Satuan	Rasio Molar Minyak/Metanol				
			1 : 3	1 : 4	1 : 5	1 : 6	1 : 7
1.	Densitas	gr/cm ³	0,887	0,881	0,876	0,863	0,858
2.	Viskositas	cSt	5,784	5,755	5,749	5,731	5,727
3.	Titik nyala	°C	217	213	210	205	190

4.	Angka asam	mg-KOH/gr	0,758	0,721	0,674	0,503	0,439
5.	Kadar ester	%	96,62	96,81	97,48	97,66	98,04
6.	Angka setana		51,05	51,23	51,67	51,96	52,01

Tabel 7. Hasil Analisa Kualitas Produk Biodiesel Variasi Temperatur Reaksi

No.	Parameter	Satuan	Temperatur Reaksi (°C)				
			40	45	50	55	60
1.	Densitas	gr/cm ³	0,884	0,871	0,866	0,861	0,858
2.	Viskositas	cSt	5,758	5,749	5,743	5,736	5,727
3.	Titik nyala	°C	213	209	204	201	190
4.	Angka asam	mg-KOH/gr	0,728	0,725	0,647	0,568	0,439
5.	Kadar ester	%	96,94	97,17	97,56	97,83	98,04
6.	Angka setana		51,00	51,45	51,59	51,94	52,01

Tabel 8. Hasil Analisa Kualitas Produk Biodiesel Variasi Konsentrasi Katalis

No.	Parameter	Satuan	Konsentrasi Katalis (%)				
			0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
1.	Densitas	gr/cm ³	0,879	0,867	0,858	0,865	0,875
2.	Viskositas	cSt	5,781	5,768	5,727	5,746	5,754
3.	Titik nyala	°C	211	207	190	196	203
4.	Angka asam	mg-KOH/gr	0,692	0,577	0,439	0,621	0,711
5.	Kadar ester	%	96,58	97,61	98,04	97,39	97,12
6.	Angka setana		51,20	51,87	52,01	51,69	51,22

4.1.4 Alat Produksi Biodiesel Teknologi Pemanasan Induksi

Reaktor memiliki kapasitas sebesar 8 liter untuk satu kali produksi. Reaktor yang digunakan bekerja dengan prinsip pemanasan induksi yang memanfaatkan panas pada logam yang mengenai induksi dari medan magnet. Panas ini berasal dari arus pusar yang melingkar melingkupi medan magnet (arus Eddy). Induksi magnet menimbulkan fluks magnetik yang menembus logam sehingga akan menghasilkan panas pada logam tersebut. Koil pemanas induksi yang digunakan memiliki daya maksimum 1800 Watt dengan tegangan 12-48V dan arus 20A.

Reaktor ini juga dilengkapi dengan pengaduk berdaya 240 Watt dan kecepatan putar 5000 hingga 26000 rpm. Kecepatan putar yang tinggi akan mempercepat reaksi transesterifikasi yang berlangsung selama di reaktor. Bagian separator memiliki kapasitas tampung sebesar 10 liter dengan dilengkapi lampu indikator berdaya 12 Watt dan tegangan 12V. Pompa digunakan untuk mempermudah proses distribusi produk dari reaktor ke separator. Pompa ini

memiliki tekanan maksimum sebesar 0,68 Mpa dengan aliran maksimum 4 liter per menit. Adapun gambar dan spesifikasi dari alat produksi biodiesel teknologi pemanasan induksi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 8 dan Tabel 15.



Gambar 6. Alat Produksi Biodiesel Teknologi Pemanasan Induksi

Tabel 9. Spesifikasi Alat Produksi Biodiesel Teknologi Pemanasan Induksi

No.	Komponen	Spesifikasi
1.	Tangki umpan minyak	- Tinggi 48 cm, Ø 30 cm - Bahan Fiber glass
2.	Tangki alkohol	- Tinggi 37 cm, Ø 9 cm - Bahan PVC
3.	Tangki katalis	- Tinggi 37 cm, Ø 9 cm - Bahan PVC
4.	Reaktor	- Kapasitas 10 L - Tinggi 38 cm, Ø 26 cm - Bahan Fiber glass
5.	Pengaduk	- Daya listrik 240 Watt - Kecepatan tanpa beban : 5000-26000 rpm - Dimensi 48 x 48 x 10 mm
6.	Termokopel	- Suplai daya 220V AC - Rentang deteksi temperatur : 0-400°C - Konsumsi daya 10VA
7.	Pompa	- Dimensi 170 x 100 x 67 mm - Tekanan maksimum 0,68 MPa/100 Psi - Aliran maksimum 4L/menit

8. Separator	- Tinggi 54 cm, Ø 17 cm
	- Bahan Fiber glass
9. Lampu LED	- Daya 12 Watt
	- Tegangan 12V
10. Valve	- PVC ½ in
	- Tipe Ballvalve

4.2 Pembahasan

Data-data yang diperoleh dari penelitian produksi biodiesel dan analisa kualitas produk untuk masing-masing variasi variabel akan diolah dan dibahas dengan bantuan grafik. Alat produksi biodiesel dengan teknologi pemanasan induksi dibahas berdasarkan bagian dan kegunaan serta latar belakang pemilihan komponen penyusun alat tersebut.

4.2.1 Karakteristik Bahan Baku Minyak

Bahan baku minyak jelantah yang digunakan berasal dari pabrik kerupuk dan kemplang di daerah Kenten, Kota Palembang. Minyak jelantah yang digunakan mulanya diuji kadar asam lemak bebasnya untuk mengetahui apakah diperlukan *pre-treatment* sebelum diproses menjadi biodiesel. Hasil analisa ALB minyak jelantah diperoleh sebesar 4,32%. Minyak jelantah dapat diadsorbsi dengan menggunakan zeolit yang berfungsi untuk mengurangi asam lemak bebas yang terkandung pada minyak sehingga kadarnya menjadi lebih rendah. Penggunaan zeolit sebagai adsorben memiliki kelebihan yaitu luas permukaan internalnya yang besar yaitu dapat mencapai puluhan bahkan ratusan kali lebih besar dibandingkan dengan bagian permukaan luarnya sehingga penggunaannya sebagai adsorben akan lebih menguntungkan (Lestari 2010). Namun, minyak jelantah juga dapat langsung diproses melalui reaksi transesterifikasi untuk dikonversi menjadi biodiesel tanpa melalui proses adsorbsi menggunakan zeolit. Proses *pre-treatment* dilakukan apabila kadar asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak jelantah >5%. Hal ini dikarenakan kadar asam lemak bebas yang tinggi akan mempengaruhi proses pemurnian biodiesel sebab akan menyebabkan terjadinya reaksi penyabunan (saponifikasi) (Haryanto, dkk., 2015). Asam lemak bebas yang terkandung pada minyak dapat bereaksi dengan katalis basa serta

membentuk sabun dan air sehingga dapat mempengaruhi efisiensi pembuatan biodiesel serta kualitas produknya (Nguyen, dkk., 2018).

Densitas minyak jelantah yang akan digunakan sebagai bahan baku yaitu $0,9191 \text{ gr/cm}^3$. Minyak jelantah memiliki kandungan asam lemak rantai panjang yang tinggi sehingga biasanya memiliki nilai densitas yang tinggi (Moeksin, dkk., 2017). Tingginya nilai densitas pada minyak jelantah dikarenakan adanya kontaminan dari hasil penggunaan minyak seperti oksidasi dan polimerisasi (Babel, dkk., 2017). Minyak dengan nilai densitas yang tinggi menunjukkan bahwa minyak tersebut memiliki kemampuan bakar yang rendah (Darmawan dan Indra, 2013).

Nilai viskositas yang tinggi pada bahan baku minyak dapat mempengaruhi efisiensi dari proses konversi trigliserida dan metanol menjadi biodiesel karena adanya pembatasan pada pencampuran yang sempurna dari kedua reaktan (Meng, dkk., 2008). Berdasarkan data analisa karakteristik minyak jelantah pada Tabel 8, diperoleh bahwa viskositas bahan baku minyak jelantah yang digunakan adalah 50,03 cSt. Nilai viskositas yang terlalu tinggi akan memperbesar kerugian gesek serta mempersulit pemisahan antara produk biodiesel dengan hasil samping gliserol. Tingginya nilai viskositas bahan baku minyak jelantah berasal dari keberadaan air yang berlebihan pada minyak (Mawarni dan Suryanto, 2018). Viskositas minyak dapat diturunkan melalui peningkatan temperatur reaksi transesterifikasi yang digunakan sehingga laju reaksi akan meningkat (Prihanto dan Bambang, 2017).

Titik nyala merupakan temperatur pada saat cairan menghasilkan uap yang mudah terbakar dan dapat dinyalakan di udara oleh api diatas permukaannya (Wahyuni, dkk., 2015). Titik nyala yang tinggi pada minyak jelantah dipengaruhi oleh banyaknya kandungan air yang terdapat pada bahan baku sehingga penyalanya lebih sulit. Berdasarkan data analisa karakteristik bahan baku minyak jelantah pada Tabel 8, diketahui bahwa titik nyala untuk bahan baku minyak jelantah yang digunakan adalah lebih dari 110°C . Hal ini dikarenakan banyaknya kandungan air serta kontaminan yang terdapat pada minyak jelantah

yang digunakan sehingga minyak jelantah tersebut memiliki titik nyala yang tinggi.

Air yang berlebihan pada bahan baku minyak dapat menyebabkan sebagian reaksi berubah menjadi sabun (reaksi saponifikasi) sehingga nilai viskositas akan semakin bertambah, terbentuk gel, serta pemisahan antara gliserol dan biodiesel (Mawarni dan Suryanto, 2018). Berdasarkan data analisa karakteristik minyak jelantah pada Tabel 8, diketahui bahwa kadar air yang terkandung dalam bahan baku minyak jelantah cukup rendah, yaitu 0,8061% sehingga diharapkan proses transesterifikasi nantinya akan berjalan optimal.

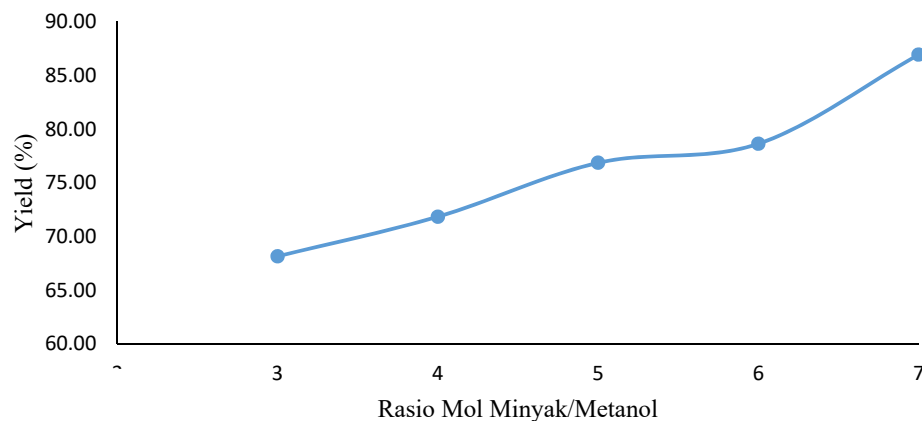
Angka asam dipengaruhi oleh lama pengendapan dari sampel. Pengendapan yang lama menyebabkan tingkat oksidasi menjadi lebih tinggi sehingga angka asam memiliki nilai yang tinggi (Mawarni dan Suryanto, 2018). Hasil biodiesel sendiri cenderung mudah mengalami kerusakan oleh proses oksidasi dan hidrolisis karena adanya asam lemak tak jenuh yang merupakan penyusun komposisi dari biodiesel. Berdasarkan data analisa karakteristik pada Tabel 8, diketahui bahwa angka asam yang terkandung dalam bahan baku minyak jelantah cukup rendah, yaitu 2,26 mg-KOH/gr. Rendahnya kandungan asam dalam bahan baku merupakan suatu keuntungan karena dapat diproses langsung secara transesterifikasi untuk mengkonversi molekul trigliserida pada minyak menjadi metil ester.

4.2.2 Produksi Biodiesel

4.2.2.1 Pengaruh Rasio Mol Minyak dengan Metanol terhadap *Yield* Biodiesel

Jumlah *yield* biodiesel yang tinggi menunjukkan tingginya tingkat konversi trigliserida dengan metanol. Rasio mol antara minyak dengan metanol merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah *yield* biodiesel (Malia, dkk., 2017). Penggunaan metanol sebagai reaktan pada proses produksi biodiesel memiliki kelebihan yaitu senyawanya yang polar, rantai alkohol yang paling pendek, serta biayanya yang lebih murah (Talebian-kiakalaieh, dkk., 2013). Berdasarkan data

variasi rasio mol minyak dengan metanol yang telah diolah, maka diperoleh grafik produksi *yield* biodiesel seperti yang terlihat pada Gambar 7.

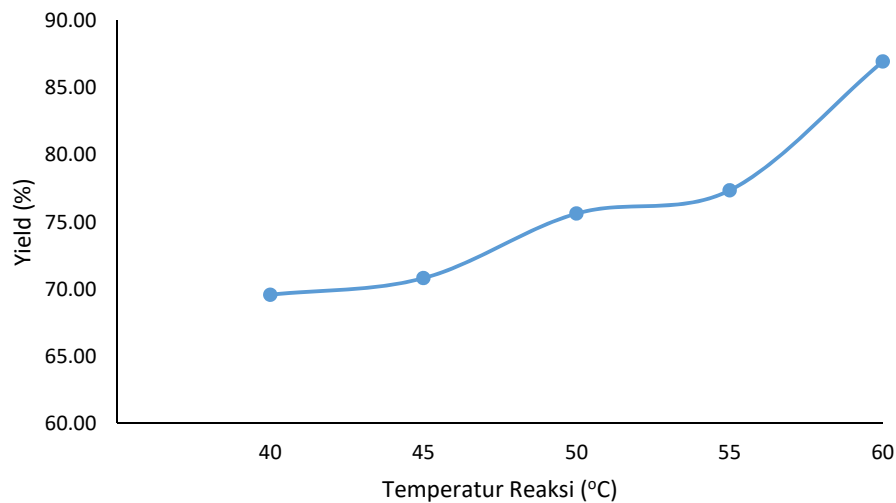


Gambar 7. Grafik Produksi *Yield* Biodiesel dengan Variasi Rasio Mol Minyak/Metanol

Grafik produksi biodiesel diatas menunjukkan bahwa penggunaan rasio mol minyak dengan metanol yang tinggi akan meningkatkan *yield* biodiesel yang dihasilkan. *Yield* tertinggi untuk variasi rasio mol minyak dengan metanol diperoleh melalui penggunaan rasio 1:7 yaitu 86,95% sedangkan *yield* terendah diperoleh dari penggunaan rasio 1:3 yaitu 68,16%. Reaksi transesterifikasi secara rasio stoikiometri membutuhkan 3 mol alkohol dan satu mol trigliserida untuk menghasilkan hasil 3 mol ester dan satu mol gliserol. Metanol yang berlebih akan cenderung menggeser reaksi ke arah kanan (produk) sehingga *yield* yang diperoleh akan semakin meningkat. Rasio mol yang tinggi akan memberikan hasil produksi ester yang lebih besar dalam waktu yang lebih singkat (Demirbas 2009). Penggunaan rasio 1:3 memiliki kandungan metanol yang lebih rendah dibanding dengan rasio lain sehingga membuat tumbukan antar molekul menjadi kurang efektif dan menghasilkan *yield* yang lebih rendah. Jumlah metanol yang kurang dalam larutan akan menyebabkan jumlah tumbukan efektif untuk menghasilkan biodiesel lebih sedikit sehingga *yield* yang terbentuk akan berkurang (Prihanto dan Bambang, 2017).

4.2.2.2 Pengaruh Temperatur Reaksi terhadap *Yield* Biodiesel

Temperatur reaksi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi. Temperatur reaksi berkaitan dengan panas yang dibutuhkan untuk mencapai energi aktivasi. Temperatur reaksi yang semakin tinggi akan meningkatkan kebutuhan energi bagi reaktan untuk saling bertumbukan dalam mencapai energi aktivasi (Junita, dkk., 2018). Berdasarkan data variasi temperatur reaksi yang telah diolah, maka diperoleh grafik produksi *yield* biodiesel seperti yang terlihat pada Gambar 8.



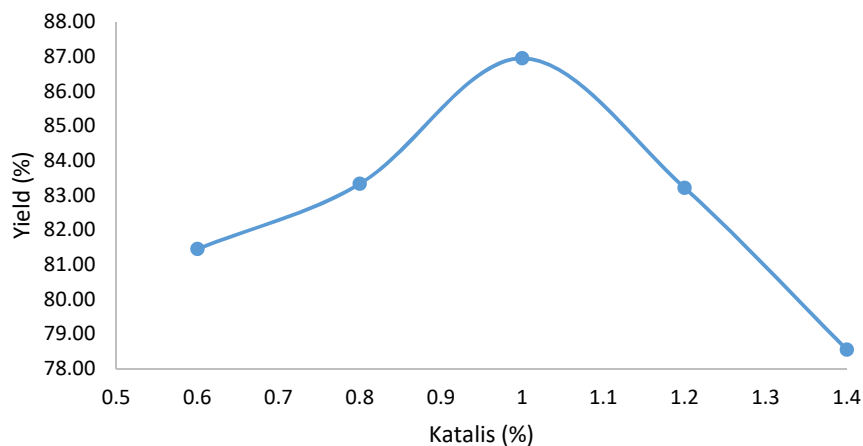
Gambar 8. Grafik Produksi *Yield* Biodiesel dengan Variasi Temperatur Reaksi

Pada Gambar 8, produksi *yield* biodiesel yang tertinggi diperoleh dengan penggunaan temperatur 60°C sedangkan untuk *yield* yang terendah diperoleh pada penggunaan temperatur 40°C. Semakin tinggi temperatur reaksi yang digunakan, maka *yield* yang dihasilkan dari proses konversi akan semakin meningkat. Reaksi transesterifikasi yang berlangsung pada reaktor induksi memanfaatkan panas pada logam yang mengenai induksi dari medan magnet. Panas yang digunakan untuk melakukan reaksi berasal dari arus pusar yang arahnya melingkar melingkupi medan magnet dan akan menimbulkan fluks magnetik yang menembus logam. Panas ini dihasilkan dari dalam benda kerja sehingga sangat efisien. Hal ini Lampiran I yaitu untuk temperatur tertinggi, 60°C, dapat dicapai dalam waktu yang singkat, 4 menit 36 detik. Molekul minyak akan terdispersi dan terdistribusi

pada molekul metanol dan membentuk ikatan metil ester ketika adanya proses pemanasan (Malia, dkk., 2017). Temperatur yang semakin tinggi menyebabkan pergerakan antar molekul menjadi semakin cepat sehingga frekuensi tumbukan antar molekul menjadi semakin meningkat dan reaksi menjadi semakin cepat. Temperatur yang lebih tinggi meningkatkan pelarutan metanol dan mempercepat reaksi (Zhang, dkk., 2010). Namun, tekanan uap metanol akan mengalami kenaikan secara cepat pada temperatur diatas 80°C.

4.2.2.3 Pengaruh Konsentrasi Katalis terhadap *Yield Biodiesel*

Katalis berfungsi menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi transesterifikasi dapat berlangsung cepat. Pada penelitian ini digunakan katalis homogen natrium metoksida. Penggunaan katalis ini memiliki kelebihan yaitu lebih efektif daripada natrium hidroksida. Hal ini dikarenakan natrium metoksida disintegrasi menjadi CH_3O^- dan Na^+ serta tidak membentuk air (Shahid dan Jamal, 2011). Berdasarkan data variasi konsentrasi katalis yang telah diolah, maka diperoleh grafik produksi *yield* biodiesel seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Produksi *Yield Biodiesel* dengan Variasi Konsentrasi Katalis

Gambar 9 menunjukkan bahwa konsentrasi katalis yang digunakan mempengaruhi *yield* biodiesel. *Yield* tertinggi diperoleh dari penggunaan katalis dengan konsentrasi 1% sedangkan *yield* terendah diperoleh dari penggunaan katalis dengan konsentrasi 1,4%. Penggunaan katalis 0,6% hingga 1% masih

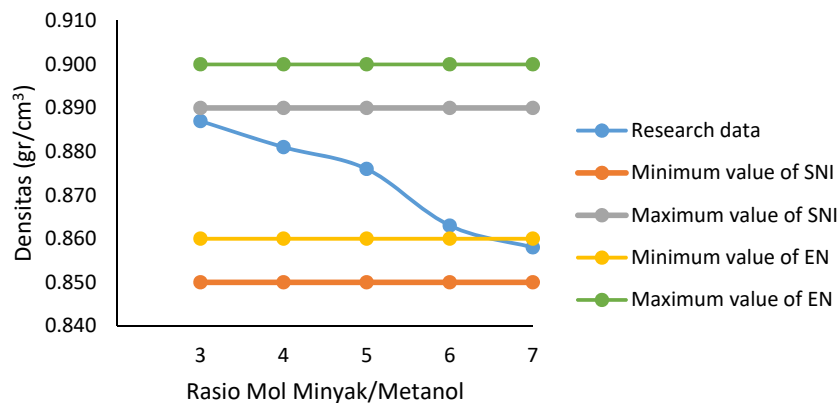
mengalami kenaikan jumlah *yield* yang dihasilkan. Semakin besar konsentrasi katalis dalam larutan, maka energi aktivasi suatu reaksi semakin kecil (Prihanto dan Bambang, 2017). Penggunaan konsentrasi katalis yang tinggi meningkatkan laju reaksi transesterifikasi antara molekul trigliserida dengan metanol. Laju reaksi yang semakin meningkat akan mengurangi energi aktivasi yang dibutuhkan untuk mencapai reaksi transesterifikasi sehingga konversi minyak menjadi biodiesel semakin meningkat. Penggunaan katalis dengan konsentrasi yang rendah dapat membatasi pembentukan sabun pada reaksi transesterifikasi yang berlangsung (Shinde dan Kaliaguine, 2019). Disisi lain, pada penambahan katalis sebesar 1,2% jumlah *yield* yang dihasilkan mengalami penurunan. Penambahan jumlah konsentrasi katalis yang berlebih dapat mengurangi *yield* biodiesel (Irawan, dkk., 2019). Penggunaan konsentrasi katalis berlebih dapat meningkatkan reaksi saponifikasi. Pembentukan sabun pada reaksi transesterifikasi akan meningkatkan kelarutan metil ester yang terbentuk di gliserol sehingga emulsi antar dua fase akan terbentuk dan meningkatkan viskositas reaktan yang akan membuat pemisahan metil ester dan gliserol menjadi lebih sulit. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan *yield* biodiesel yang dihasilkan.

4.2.3 Analisa Kualitas Produk Biodiesel

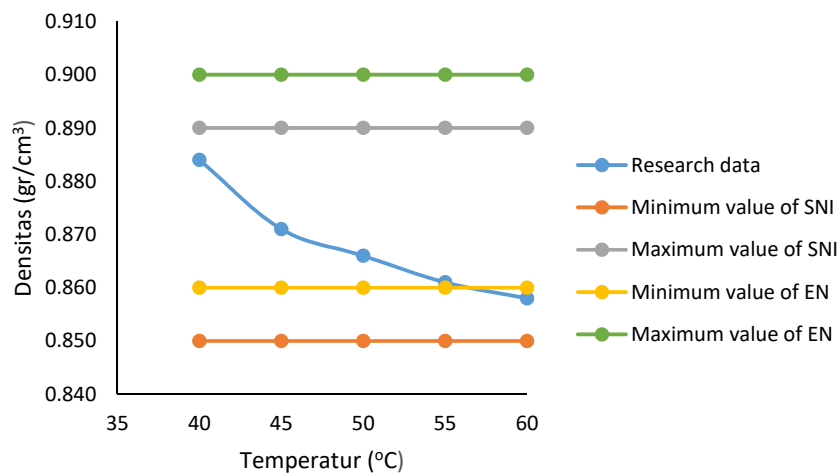
4.2.3.1 Densitas Produk Berdasarkan Variasi Rasio, Temperatur, dan Konsentrasi Katalis

Densitas merupakan salah satu parameter penentu kualitas produk biodiesel. Densitas memiliki keterkaitan dengan rantai karbon dari alkil ester. Semakin panjang rantai karbon maka densitas biodiesel akan semakin meningkat dan mengurangi derajat kejenuhan molekul (Moecke, dkk., 2016). Densitas berpengaruh pada nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh proses pembakaran suatu bahan bakar. Nilai densitas yang tinggi mengindikasikan banyaknya komponen yang terkandung di dalam bahan bakar. Komponen ini akan memperpanjang proses atomisasi komponen penyusun bahan bakar ketika proses pembakaran sehingga akan meningkatkan nilai kalor hasil proses pembakaran

bahan bakar (Adhani, dkk, 2016). Berdasarkan data densitas produk yang telah diolah, maka diperoleh grafik densitas produk biodiesel seperti yang terlihat pada Gambar 10 untuk variasi rasio mol minyak dengan metanol, Gambar 11 untuk variasi temperatur reaksi, dan Gambar 12 untuk variasi konsentrasi katalis.



Gambar 10. Grafik Densitas Biodiesel dengan Variasi Rasio Mol Minyak/Metanol



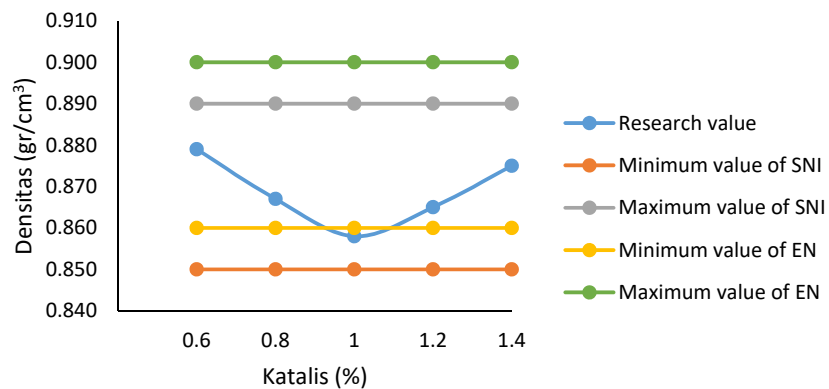
Gambar 11. Grafik Densitas Biodiesel dengan Variasi Temperatur Reaksi

Berdasarkan Gambar 10 diketahui bahwa densitas produk dipengaruhi oleh besarnya rasio mol minyak dengan metanol yang digunakan. Densitas produk yang terendah diperoleh dari penggunaan rasio 1:7 yaitu $0,858 \text{ gr/cm}^3$ sedangkan densitas tertinggi diperoleh dari penggunaan rasio 1:3 yaitu $0,887 \text{ gr/cm}^3$. Semakin banyak metanol yang digunakan, maka densitas produk yang dihasilkan

akan semakin rendah. Penurunan densitas disebabkan oleh perubahan struktur kimia dari trigliserida menjadi metil ester. Molekul-molekul ini menjadi lebih padat dan membutuhkan volume ruang yang lebih kecil dari sebelumnya (Babel, dkk., 2017). Nilai densitas yang tinggi dapat disebabkan oleh adanya minyak yang belum bereaksi, metanol sisa dan gliserol yang masih terkandung di produk, maupun terjadinya reaksi penyabunan (Astuti 2015). Volume metanol yang digunakan pada rasio 1:3 lebih sedikit dibandingkan dengan 1:7 sehingga reaksi yang terjadi berjalan kurang optimum dan menyebabkan kecenderungan bergeser ke arah kiri (reaktan) sehingga terdapat adanya komponen minyak yang tak bereaksi. Bila dibandingkan dengan SNI, nilai densitas produk kelima variasi rasio masih berada dalam rentang yang diizinkan sedangkan bila dibandingkan dengan standar yang berlaku di Eropa, densitas produk dengan penggunaan rasio 1:7 melebihi rentang minimum yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa baik penggunaan rasio 1:3 maupun 1:7 memiliki densitas yang memenuhi standar di Indonesia, namun penggunaan rasio 1:7 masih belum memenuhi standar di Eropa.

Gambar 11 menunjukkan pengaruh temperatur reaksi terhadap produksi *yield* biodiesel yang dihasilkan. Densitas biodiesel tertinggi berada pada penggunaan temperatur reaksi 40°C yaitu 0,884 gr/cm³ sedangkan densitas biodiesel terendah berada pada penggunaan temperatur reaksi 60°C yaitu 0,858 gr/cm³. Pada proses transesterifikasi, perubahan temperatur reaksi menyebabkan gerakan molekul semakin cepat (Wahyuni, dkk., 2015). Temperatur yang semakin meningkat menyebabkan pergerakan molekul menjadi semakin cepat dikarenakan energi kinetik molekul pereaksi yang semakin besar sehingga tumbukan antar molekul juga semakin meningkat. Tumbukan yang semakin banyak mengindikasikan proses konversi yang semakin tinggi. Peningkatan konversi ini membuat nilai densitas biodiesel akan semakin rendah karena molekul trigliserida yang memiliki densitas tinggi banyak yang terkonversi menjadi biodiesel. Bila dibandingkan dengan SNI, nilai densitas produk kelima variasi temperatur masih berada dalam rentang yang diizinkan sedangkan bila dibandingkan dengan standar yang berlaku di Eropa, densitas produk dengan

penggunaan temperatur 60°C melebihi rentang minimum yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diperoleh bahwa baik penggunaan temperatur reaksi 40°C maupun 60°C memiliki densitas yang memenuhi standar di Indonesia, namun penggunaan temperatur 60°C masih belum memenuhi standar di Eropa.



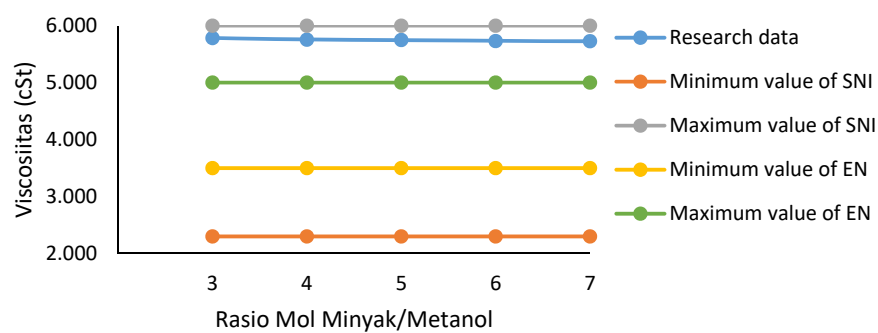
Gambar 12. Grafik Densitas Biodiesel dengan Variasi Konsentrasi Katalis

Pada Gambar 12 diperoleh bahwa nilai densitas produk dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi katalis yang digunakan. Densitas tertinggi berada pada produk dengan penggunaan katalis 1,4% sedangkan densitas terendah berada pada produk dengan penggunaan katalis 1%. Penurunan densitas disebabkan oleh penggunaan katalis dalam konsentrasi yang optimum sehingga proses konversi molekul trigliserida menjadi biodiesel semakin meningkat. Peningkatan tingkat konversi akan menurunkan densitas produk karena molekul trigliserida yang memiliki densitas tinggi menjadi berkurang. Disisi lain, penggunaan katalis lebih dari 1% menyebabkan peningkatan densitas pada produk yang dihasilkan. Penggunaan katalis yang berlebih menyebabkan peningkatan terjadinya reaksi saponifikasi yang membentuk sabun (Pramitha, dkk., 2016). Tingginya densitas produk dengan penggunaan katalis 1,4% dapat disebabkan oleh adanya sabun serta sisa katalis yang masih terkandung pada produk biodiesel sehingga densitas produk menjadi lebih tinggi. Katalis berlebih pada reaksi transesterifikasi meningkatkan tingkat kelarutan biodiesel di gliserol sehingga emulsi antar dua fase akan terbentuk dan membuat proses pemisahan biodiesel dan gliserol menjadi lebih sulit. Bila dibandingkan dengan SNI, nilai densitas produk kelima variasi

katalis masih berada dalam rentang yang diizinkan sedangkan bila dibandingkan dengan standar yang berlaku di Eropa, densitas produk dengan penggunaan katalis 1% melebihi rentang minimum yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diperoleh bahwa baik penggunaan katalis 0,6% maupun 1,4% memiliki densitas yang memenuhi standar di Indonesia, namun penggunaan rasio 1% masih belum memenuhi standar di Eropa.

4.2.3.2 Viskositas Produk Berdasarkan Variasi Rasio, Temperatur Reaksi, dan Konsentrasi Katalis

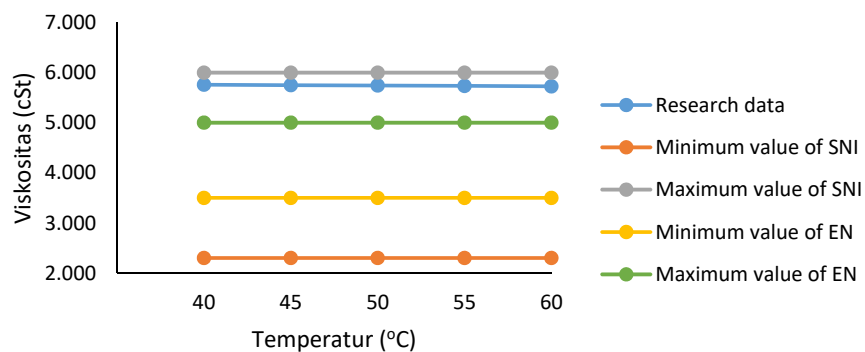
Viskositas yang terlalu tinggi akan memperbesar rugi gesek yang terjadi di dalam pipa, memperberat kerja pompa, serta mempersulit proses penyaringan sehingga menambah adanya kemungkinan kotoran yang ikut terendap dan proses pengkabutan bahan bakar (Moeksin, dkk., 2017). Viskositas yang terlalu rendah akan membuat pelumasan menjadi tipis sehingga dapat menyebabkan keausan dan merusak mesin bakar. Berdasarkan data viskositas yang telah diolah, diperoleh grafik viskositas produk biodiesel seperti yang terlihat pada Gambar 13 untuk variasi rasio, Gambar 14 untuk variasi temperatur, dan Gambar 15 untuk variasi konsentrasi katalis.



Gambar 13. Grafik Viskositas Biodiesel dengan Variasi Rasio Mol Minyak/Metanol

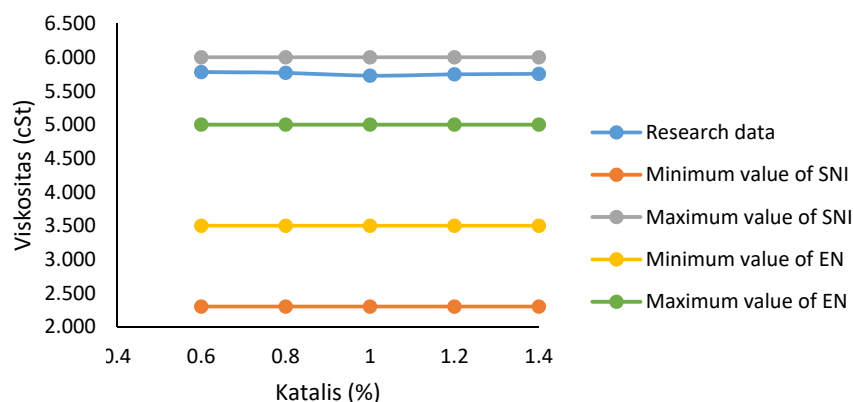
Berdasarkan Gambar 14, diperoleh bahwa rasio minyak dengan metanol berpengaruh terhadap viskositas produk yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah

metanol yang digunakan, maka viskositas produk akan semakin menurun. Penggunaan metanol yang berlebih cenderung menggeser reaksi ke arah kanan (produk) sehingga *yield* yang diperoleh akan semakin meningkat. Peningkatan *yield* mengindikasikan konversi molekul trigliserida menjadi metil ester yang meningkat. Proses konversi molekul trigliserida menjadi metil ester melewati fase pemecahan molekul trigliserida menjadi digliserida, monogliserida dan kemudian ester serta gliserol. Proses konversi ini membuat panjang rantai gliserida menjadi lebih pendek dari sebelumnya akibat adanya pemecahan molekul. Hal ini mengakibatkan viskositas dari produk metil ester hasil reaksi transesterifikasi menjadi lebih rendah. Reaksi transesterifikasi menurunkan nilai viskositas minyak sehingga dapat dimungkinkan untuk langsung digunakan pada mesin diesel (Nejad dan Zahedi, 2017). Faktor seperti rantai yang lebih panjang dan kelompok ester yang lebih besar dapat menyebabkan peningkatan viskositas kinematik (Siraj, Kale dan Deshmukh, 2017). Perbedaan nilai viskositas antar rasio tidak terlalu jauh. Viskositas yang tertinggi diperoleh pada penggunaan rasio 1:3 yaitu 5,784 cSt sedangkan viskositas terendah diperoleh pada penggunaan rasio 1:7 yaitu 5,727 cSt. Bila dibandingkan dengan SNI, nilai viskositas kelima produk memenuhi rentang yang diizinkan, namun bila dibandingkan dengan EN maka kelima produk belum memenuhi rentang yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa baik penggunaan rasio 1:3 maupun 1:7 memiliki viskositas yang memenuhi standar di Indonesia, namun masih belum memenuhi standar di Eropa.



Gambar 14. Grafik Viskositas Biodiesel dengan Variasi Temperatur Reaksi

Gambar 14 menunjukkan grafik hubungan antara temperatur reaksi dengan viskositas produk yang dihasilkan. Berdasarkan grafik diketahui bahwa nilai viskositas dipengaruhi oleh peningkatan temperatur reaksi yang digunakan. Viskositas tertinggi berada pada produk dengan penggunaan temperatur reaksi 30°C yaitu 5,758 cSt sedangkan viskositas terendah berada pada produk dengan penggunaan temperatur reaksi 60°C yaitu 5,727 cSt. Penurunan viskositas ini disebabkan oleh peningkatan temperatur reaksi yang meningkatkan laju reaksi transesterifikasi. Energi kinetik molekul yang meningkat dapat melampaui energi aktivasi sehingga laju reaksi akan meningkat. Peningkatan laju reaksi ini akan meningkatkan konversi trigliserida menjadi biodiesel dalam waktu yang singkat. Konversi yang tinggi akan menurunkan viskositas produk karena molekul trigliserida yang memiliki viskositas tinggi semakin banyak yang terkonversi menjadi biodiesel. Konversi yang semakin tinggi akan menurunkan nilai viskositas karena FAME memiliki viskositas yang lebih rendah daripada trigliserida (Dias, dkk., 2013). Bila dibandingkan dengan SNI, nilai viskositas kelima produk memenuhi rentang yang diizinkan, namun bila dibandingkan dengan EN maka kelima produk belum memenuhi rentang yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa baik penggunaan temperatur 40°C maupun 60°C memiliki viskositas yang memenuhi standar di Indonesia, namun masih belum memenuhi standar di Eropa.

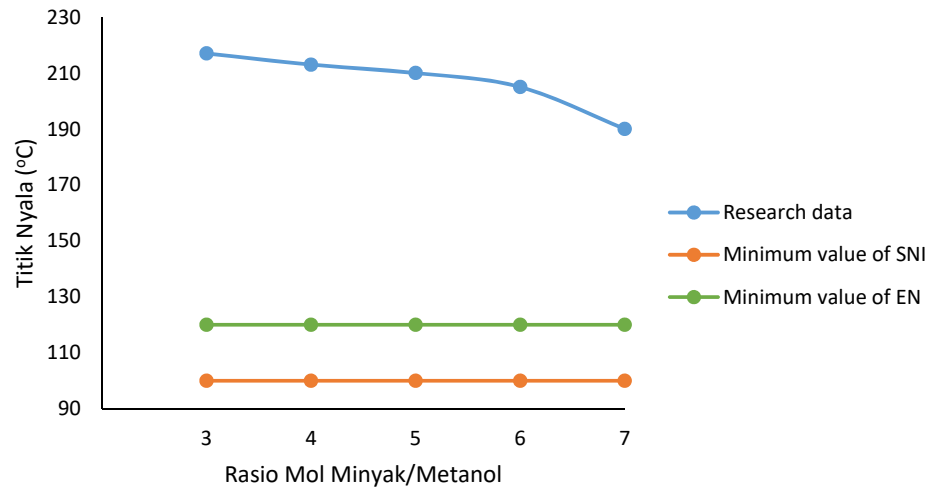


Gambar 15. Grafik Viskositas Biodiesel dengan Variasi Konsentrasi Katalis

Pengaruh konsentrasi katalis terhadap viskositas produk biodiesel ditunjukkan pada Gambar 15. Berdasarkan grafik tersebut, diperoleh bahwa viskositas tertinggi berada pada produk dengan penggunaan katalis 1,4% yaitu 5,754 cSt sedangkan viskositas terendah berada pada produk dengan penggunaan katalis 1% yaitu 5,727 cSt. Penggunaan konsentrasi katalis yang optimum akan meningkatkan konversi trigliserida dan mengurangi kandungan trigliserida yang tidak bereaksi. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan nilai viskositas produk yang dihasilkan. Penggunaan sejumlah katalis yang berlebih akan menyebabkan adanya peningkatan pada pembentukan emulsi yang mengarah ke terbentuknya gel. Pembentukan emulsi dan gel ini akan meningkatkan nilai viskositas produk biodiesel karena menyulitkan proses pemisahan biodiesel dan gliserol. Bila dibandingkan dengan SNI, nilai viskositas kelima produk memenuhi rentang yang diizinkan, namun bila dibandingkan dengan EN maka kelima produk belum memenuhi rentang yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa baik penggunaan katalis 0,6% maupun 1,4% memiliki viskositas yang memenuhi standar di Indonesia, namun masih belum memenuhi standar di Eropa.

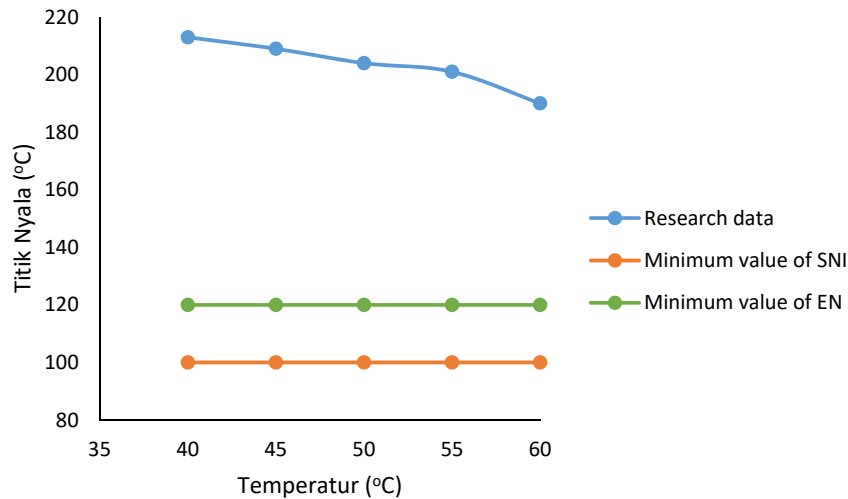
4.2.3.3 Titik Nyala Produk Berdasarkan Variasi Rasio, Temperatur Reaksi, dan Konsentrasi Katalis

Titik nyala merupakan parameter penting yang berkaitan dengan proses perlakuan serta penyimpanan dari suatu bahan bakar. Titik nyala yang tinggi menjamin perlakuan dan penyimpanan yang lebih aman (Keera, dkk., 2018). Berdasarkan data titik nyala biodiesel yang telah diolah, maka diperoleh grafik titik nyala biodiesel seperti yang terlihat pada Gambar 16 untuk variasi rasio, Gambar 17 untuk variasi temperatur reaksi, dan Gambar 18 untuk variasi konsentrasi katalis.



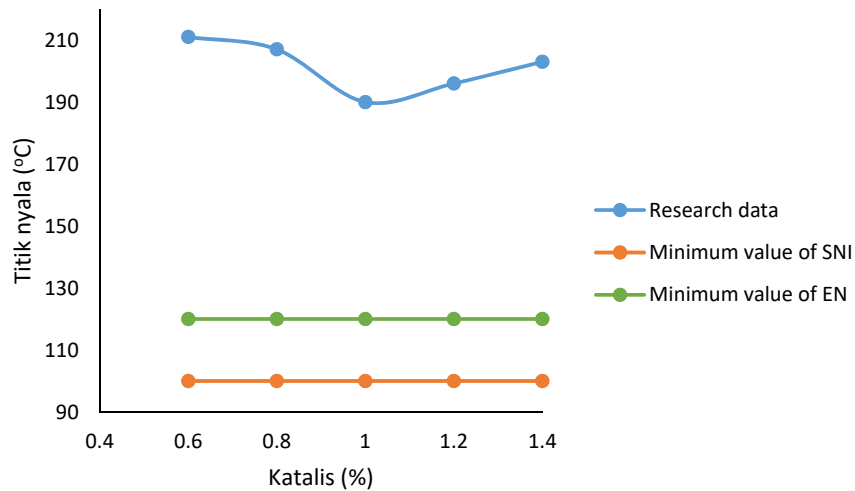
Gambar 16. Grafik Titik Nyala Biodiesel dengan Variasi Rasio Mol Minyak/Metanol

Berdasarkan Gambar 16, diperoleh bahwa titik nyala produk dipengaruhi oleh penggunaan rasio mol minyak dengan metanol. Semakin banyak metanol yang digunakan maka titik nyala produk yang dihasilkan akan semakin rendah. Titik nyala yang tertinggi berada pada produk dengan rasio 1:3 yaitu 217°C sedangkan titik nyala terendah berada pada produk dengan rasio 1:7 yaitu 190°C. Jumlah metanol yang berlebih membuat reaksi berlangsung lebih optimum sehingga tingkat konversi menjadi lebih tinggi. Tingkat konversi yang tinggi mengindikasikan molekul trigliserida yang terkonversi menjadi biodiesel lebih banyak sehingga titik nyala menjadi lebih rendah karena berat molekul biodiesel yang lebih rendah dari trigliserida. Titik nyala memiliki hubungan dengan jumlah molekul trigliserida yang tidak terkonversi atau rendahnya kadar monoalkil ester yang diperoleh (Candeia, dkk., 2009). Keberadaan metanol dalam produk biodiesel menurunkan titik nyala biodiesel sehingga biodiesel mudah terbakar (Astuti 2015). Bila dibandingkan dengan SNI dan EN, titik nyala kelima produk telah melewati batas minimum yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa baik penggunaan rasio 1:3 maupun 1:7 memiliki titik nyala yang memenuhi standar di Indonesia serta di Eropa.



Gambar 17. Grafik Titik Nyala Biodiesel dengan Variasi Temperatur Reaksi

Gambar 17 menunjukkan hubungan antara temperatur reaksi dengan titik nyala. Penggunaan temperatur reaksi yang semakin meningkat akan mengurangi titik nyala produk biodiesel yang dihasilkan. Peningkatan konversi molekul trigliserida menjadi biodiesel seiring dengan kenaikan temperatur akan menyebabkan penurunan viskositas pada produk. Produk yang memiliki nilai kekentalan rendah memiliki titik nyala yang rendah (Rifwanto 2018). Hal ini dikarenakan fluida yang memiliki nilai kekentalan tinggi lebih sukar untuk dinyalakan. Temperatur reaksi yang rendah menyebabkan proses konversi menjadi kurang sempurna antara trigliserida dengan metanol. Bila dibandingkan dengan SNI dan EN, titik nyala kelima produk telah melewati batas minimum yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa baik penggunaan temperatur 40°C maupun 60°C memiliki titik nyala yang memenuhi standar di Indonesia serta di Eropa.

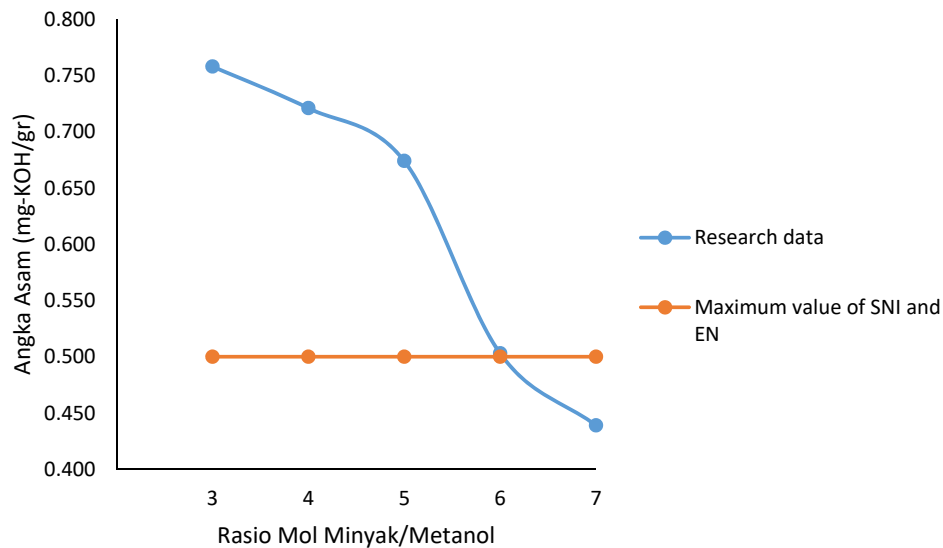


Gambar 18. Grafik Titik Nyala Biodiesel dengan Variasi Konsentrasi Katalis

Hubungan antara konsentrasi katalis dengan titik nyala produk biodiesel disajikan pada Gambar 18. Titik nyala tertinggi berada pada produk dengan konsentrasi katalis 1% yaitu 190°C sedangkan titik nyala terendah berada pada produk dengan konsentrasi katalis 0,6% yaitu 211°C. Konsentrasi katalis yang tinggi akan meningkatkan produksi *yield* biodiesel karena proses konversi yang semakin meningkat. Namun pada penggunaan yang melebihi jumlah optimum, katalis akan menyebabkan proses konversi menjadi kurang sempurna sehingga kemurnian dari produk biodiesel semakin rendah. Rendahnya kemurnian biodiesel mengindikasikan adanya komponen seperti sejumlah katalis sisa hasil reaksi transesterifikasi, minyak yang tidak terkonversi, serta air yang terkandung pada minyak. Komponen ini akan menyulitkan proses penyalaan biodiesel di mesin bakar dan mengindikasikan tingginya titik nyala pada produk. Bila dibandingkan dengan SNI dan EN, titik nyala kelima produk telah melewati batas minimum yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa baik penggunaan katalis 0,6% maupun 1,4% memiliki titik nyala yang memenuhi standar di Indonesia serta di Eropa.

4.2.3.4 Angka Asam Produk Berdasarkan Variasi Rasio, Temperatur Reaksi, dan Konsentrasi Katalis

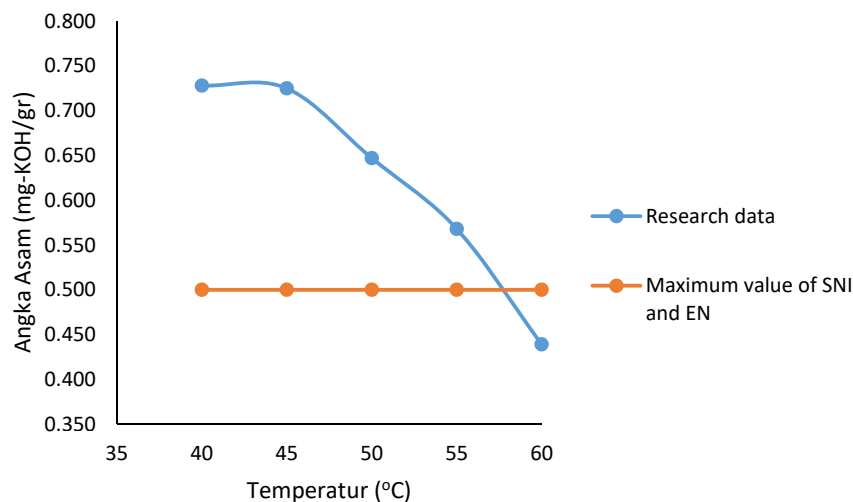
Angka asam merupakan parameter yang menunjukkan jumlah asam lemak bebas yang terkandung pada suatu bahan bakar dan kandungan asam serta asam lemak bebas pada degradasi bahan bakar (Ferrari, dkk., 2011). Angka asam yang tinggi dapat memperpendek umur pemakaian pompa dan filter dari bahan bakar sehingga akan lebih mudah mengakibatkan terjadinya korosi. Nilai angka asam yang tinggi mengindikasikan adanya penurunan mutu metil ester akibat terjadinya oksidasi (Mahlinda dan Djafar, 2014). Berdasarkan data angka asam yang telah diolah, maka diperoleh grafik angka asam biodiesel seperti yang terlihat pada Gambar 19 untuk variasi rasio, Gambar 20 untuk variasi temperatur reaksi, dan Gambar 21 untuk variasi konsentrasi katalis.



Gambar 19. Grafik Angka Asam Biodiesel dengan Variasi Rasio Mol Minyak/Metanol

Berdasarkan Gambar 19, diperoleh bahwa penggunaan rasio minyak dengan metanol mempengaruhi angka asam produk yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah metanol yang digunakan, maka angka asam yang terkandung dalam suatu produk biodiesel akan semakin rendah. Angka asam tertinggi berada pada produk dengan rasio 1:3 yaitu 0,758 mg-KOH/gr sedangkan angka asam yang terendah

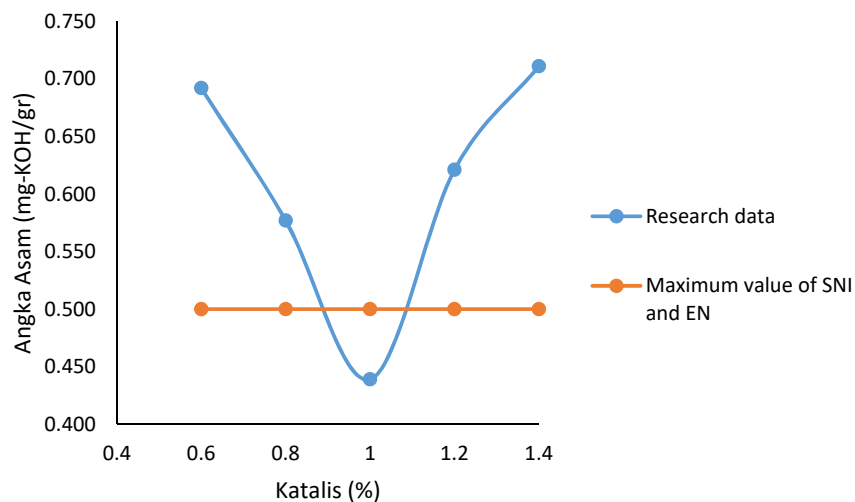
berada pada produk dengan rasio 1:7 yaitu 0,439 mg-KOH/gr. Penurunan angka asam mengindikasikan jumlah asam lemak bebas yang terkandung dalam bahan baku minyak telah terkonversi menjadi biodiesel (Rahadiani, dkk., 2018). Reaksi antara asam lemak bebas pada bahan baku minyak yang bereaksi dengan metanol akan membentuk air. Metanol berlebih yang digunakan akan menyerap air yang terbentuk sehingga tidak menghalangi proses konversi asam lemak bebas menjadi metil ester. Reaksi antara asam lemak bebas dengan metanol yang membentuk metil ester dan air berlangsung secara reversibel sehingga air yang terbentuk dapat bereaksi kembali menjadi metil ester. Bila dibandingkan dengan SNI dan EN, hanya penggunaan rasio 1:7 yang memenuhi nilai maksimum yang diizinkan sedangkan empat variasi rasio lainnya masih berada diatas nilai maksimum yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa penggunaan rasio 1:7 memiliki angka asam yang memenuhi standar di Indonesia serta di Eropa.



Gambar 20. Grafik Angka Asam Biodiesel dengan Variasi Temperatur Reaksi

Hubungan antara penggunaan temperatur reaksi dengan angka asam ditunjukkan pada Gambar 20. Berdasarkan grafik yang diperoleh, diketahui bahwa angka asam akan mengalami penurunan nilai seiring dengan adanya peningkatan temperatur reaksi. Angka asam tertinggi berada pada produk dengan penggunaan temperatur 40°C yaitu 0,728 mg-KOH/gr sedangkan angka asam terendah berada pada produk dengan penggunaan temperatur 60°C yaitu 0,439

mg-KOH/gr. Angka asam yang tinggi mengindikasikan bahwa asam lemak bebas masih terkandung pada produk biodiesel (Hadijah, dkk., 2011). Temperatur reaksi yang semakin meningkat menyebabkan adanya peningkatan konversi molekul trigliserida menjadi biodiesel. Asam lemak bebas yang terkandung pada trigliserida akan berkurang seiring dengan peningkatan konversi yang terjadi. Penurunan asam lemak bebas akan mengurangi angka asam yang terkandung pada produk biodiesel. Bila dibandingkan dengan SNI dan EN, hanya penggunaan temperatur 60°C yang memenuhi nilai maksimum yang diizinkan sedangkan empat variasi rasio lainnya masih berada diatas nilai maksimum yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa penggunaan 60°C memiliki angka asam yang memenuhi standar di Indonesia serta di Eropa.



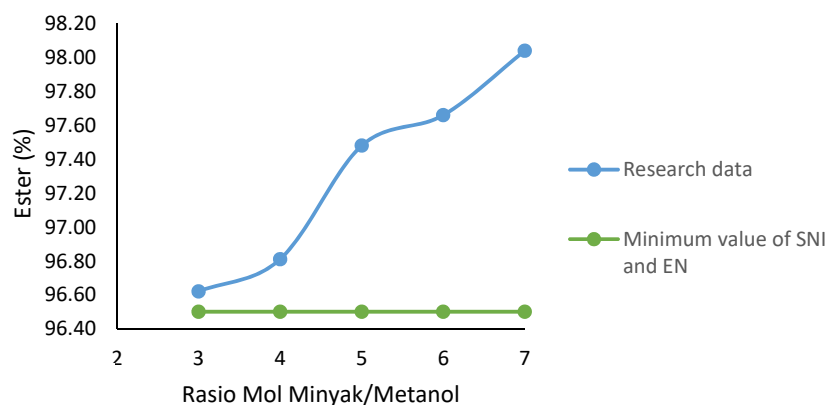
Gambar 21. Grafik Angka Asam Biodiesel dengan Variasi Konsentrasi Katalis

Berdasarkan grafik pada Gambar 21, diperoleh bahwa angka asam dipengaruhi oleh konsentrasi katalis yang digunakan. Angka asam terendah berada pada produk dengan konsentrasi katalis 1% yaitu 0,439 mg-KOH/gr sedangkan angka asam tertinggi berada pada produk dengan konsentrasi katalis 1,4% yaitu 0,711 mg-KOH/gr. Konsentrasi katalis yang optimum menyebabkan asam lemak bebas yang bereaksi dengan katalis mengalami peningkatan sehingga angka asam produk menjadi lebih rendah. Pada penambahan konsentrasi katalis menjadi 1,2%, terjadi peningkatan angka asam pada produk. Peningkatan ini

disebabkan oleh pembentukan sabun lemak bebas karena katalis yang berlebih membentuk reaksi saponifikasi terhadap asam lemak bebas yang terkandung pada molekul minyak. Penggunaan katalis yang berlebih akan membentuk sabun lemak bebas sehingga akan mempersulit proses pemurnian. Bila dibandingkan dengan SNI dan EN, hanya penggunaan katalis 1% yang memenuhi nilai maksimum yang diizinkan sedangkan empat variasi rasio lainnya masih berada diatas nilai maksimum yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa penggunaan katalis 1% memiliki angka asam yang memenuhi standar di Indonesia serta di Eropa.

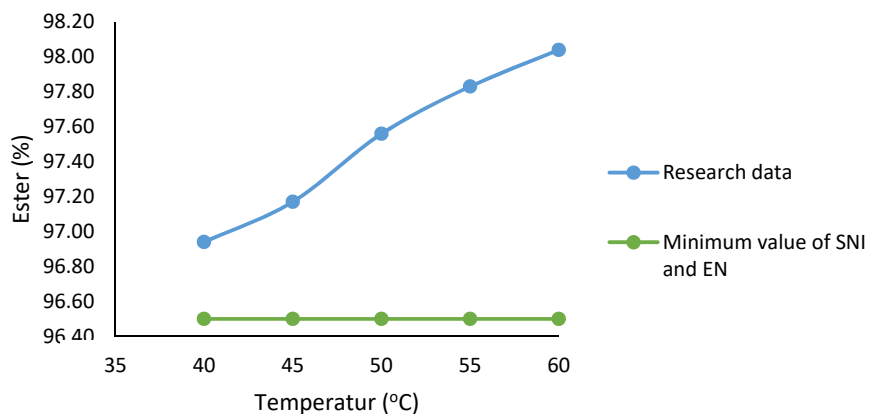
4.2.3.5 Kadar Ester Berdasarkan Variasi Rasio, Temperatur Reaksi, dan Konsentrasi Katalis

Ester adalah senyawa organik yang terbentuk melalui penggantian satu atau lebih atom hidrogen pada gugus karboksil dengan satu gugus organik. Reaksi transesterifikasi merupakan proses penggantian gugus alkohol ester dengan gugus alkohol lain. Kadar metil ester pada biodiesel didefinisikan sebagai tingkat kemurnian dari suatu produk biodiesel (Zhang, dkk., 2010). Berdasarkan data kadar ester yang telah diolah, maka diperoleh grafik kadar ester seperti yang terlihat pada Gambar 22 untuk variasi rasio, Gambar 23 untuk variasi temperatur reaksi, dan Gambar 24 untuk variasi konsentrasi katalis.



Gambar 22. Grafik Ester Biodiesel dengan Variasi Rasio Mol Minyak/Metanol

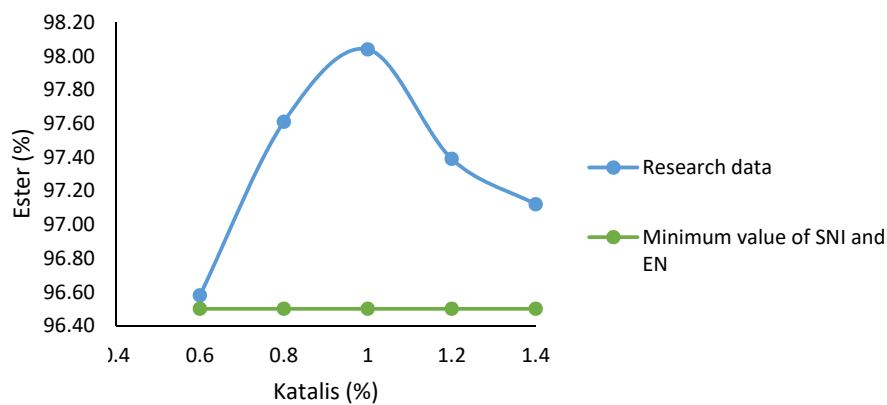
Berdasarkan Gambar 22, diperoleh bahwa penggunaan rasio minyak dengan metanol memberikan pengaruh pada kadar ester yang terkandung pada produk biodiesel. Semakin banyak metanol yang digunakan, maka kadar ester dari produk yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Kadar ester yang tertinggi terdapat pada produk dengan penggunaan rasio 1:7 yaitu 98,04% sedangkan kadar ester yang terendah terdapat pada produk dengan penggunaan rasio 1:3 yaitu 96,62%. Kadar ester memiliki hubungan dengan angka asam yaitu angka asam semakin tinggi mengindikasikan kadar ester yang menurun (Silviana dan Buchori, 2015). Pada kondisi rasio yang lebih tinggi, molekul trigliserida yang bereaksi lebih banyak karena kontak antara alkohol dan trigliserida meningkat. Jumlah metanol yang berlebih akan memutus hubungan antara asam lemak dan gliserol selama reaksi transesterifikasi berlangsung sehingga konversi menjadi alkil ester akan semakin meningkat dalam waktu yang singkat (Musa 2016). Bila dibandingkan dengan SNI dan EN, kadar ester dari kelima produk variasi rasio berada diatas nilai minimum yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa baik penggunaan rasio 1:3 maupun 1:7 memiliki kadar ester yang memenuhi standar di Indonesia dan Eropa.



Gambar 23. Grafik Ester Biodiesel dengan Variasi Temperatur Reaksi

Pada Gambar 23, kadar ester pada produk biodiesel meningkat seiring dengan terjadinya peningkatan temperatur reaksi. Kadar ester tertinggi diperoleh pada produk dengan penggunaan temperatur 60°C yaitu 98,04% sedangkan kadar ester terendah diperoleh pada produk dengan penggunaan temperatur 40°C yaitu

96,94%. Peningkatan kadar ester yang terkandung pada produk disebabkan oleh tingkat konversi molekul trigliserida menjadi biodiesel mengalami peningkatan seiring dengan adanya peningkatan kecepatan reaksi (Abbah, dkk., 2016). Temperatur yang meningkat akan menyebabkan adanya peningkatan fraksi molekul yang memiliki kecepatan tinggi sehingga laju kinetik akan semakin meningkat. Bila dibandingkan dengan SNI dan EN, kadar ester dari kelima produk variasi rasio berada diatas nilai minimum yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa baik penggunaan temperatur 40°C maupun 60°C memiliki kadar ester yang memenuhi standar di Indonesia dan Eropa.

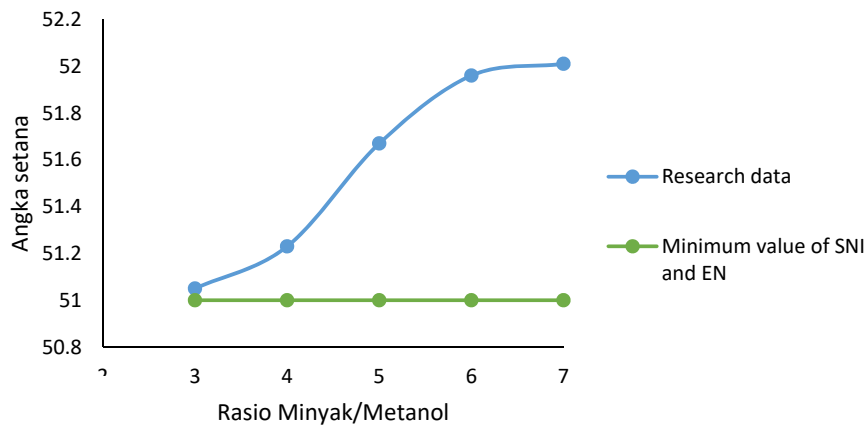


Gambar 24. Grafik Ester Biodiesel dengan Variasi Konsentrasi Katalis

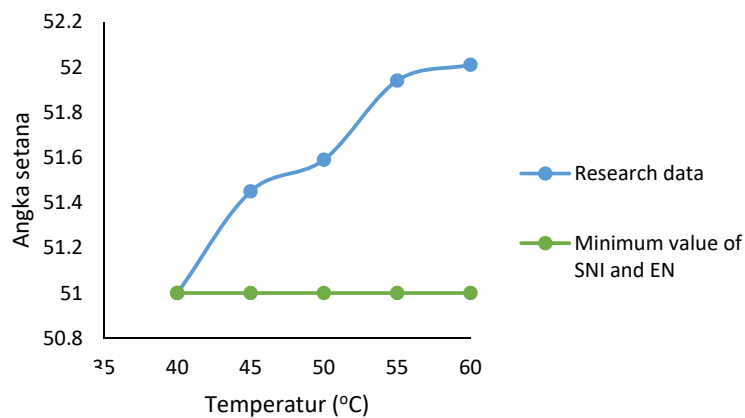
Gambar 24 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh konsentrasi katalis pada kadar ester produk yang dihasilkan. Kadar ester tertinggi berada pada produk dengan konsentrasi katalis 1% yaitu 98,04% sedangkan kadar ester terendah berada pada produk dengan konsentrasi katalis 0,6% yaitu 96,58%. Peningkatan konsentrasi katalis diikuti dengan kadar ester disebabkan oleh mekanisme reaksi yang terjadi. Penambahan katalis yang berlebih mengarahkan ke pembentukan reaksi saponifikasi yang menyebabkan penurunan kadar ester yang terbentuk. Bila dibandingkan dengan SNI dan EN, kadar ester dari kelima produk variasi rasio berada diatas nilai minimum yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa baik penggunaan katalis 0,6% maupun 1,4% memiliki kadar ester yang memenuhi standar di Indonesia dan Eropa.

4.2.3.6 Angka Setana Berdasarkan Variasi Rasio, Temperatur Reaksi, dan Konsentrasi Katalis

Angka setana merupakan parameter yang menunjukkan ukuran kecepatan bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar dapat terbakar secara spontan. Angka setna yang tinggi mengindikasikan bahwa bahan bakar akan cepat terbakar setelah diinjeksikan ke ruang bakar. Berdasarkan data angka setana yang telah diolah, maka diperoleh grafik kadar ester seperti yang terlihat pada Gambar 25 untuk variasi rasio, Gambar 26 untuk variasi temperatur reaksi, dan Gambar 27 untuk variasi konsentrasi katalis.



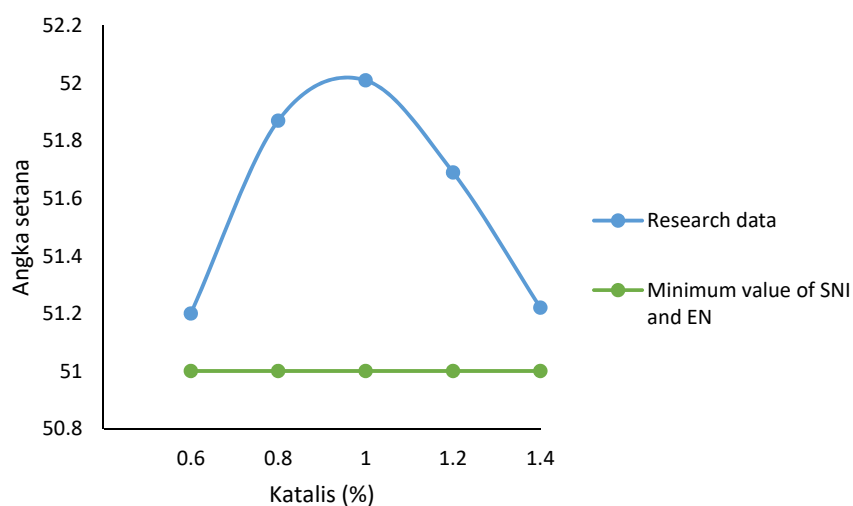
Gambar 25. Grafik Angka Setana dengan Variasi Rasio Mol Minyak/Metanol



Gambar 26. Grafik Angka Setana dengan Variasi Temperatur Reaksi

Berdasarkan Gambar 25, diperoleh bahwa rasio minyak dengan metanol berpengaruh pada angka setana produk biodiesel. Angka setana tertinggi berada pada produk dengan penggunaan rasio 1:7 yaitu 52,01 sedangkan angka setana terendah berada pada produk dengan penggunaan rasio 1:3 yaitu 51,05. Angka setana dari tiap produk memiliki nilai yang tidak jauh berbeda. Penggunaan metanol berlebih menjadikan proses konversi yang berlangsung menjadi meningkat sehingga akan terjadi peningkatan angka setana produk. Konversi yang tinggi akan memperpanjang rantai karbon asam lemak sehingga angka setana semakin meningkat. Semakin panjang rantai karbon asam lemak dan molekul yang semakin jenuh, angka setana akan semakin meningkat. (Bello, Mogaji, and Makanju 2011).

Pada Gambar 26 ditunjukkan bahwa peningkatan temperatur akan diiringi dengan peningkatan angka setana. Peningkatan temperatur membuat konversi trigliserida menjadi biodiesel semakin meningkat. Peningkatan konversi akan menyebabkan densitas biodiesel yang semakin rendah. Rendahnya densitas ini mengindikasikan bahwa panjang rantai karbon mengalami peningkatan dan penurunan jumlah ikatan rangkap (Raharjo, dkk., 2019). Peningkatan panjang rantai karbon dan penurunan ikatan rangkap menyebabkan angka setana meningkat.



Gambar 27. Grafik Angka Setana dengan Variasi Konsentrasi Katalis

Gambar 27 menunjukkan pengaruh konsentrasi katalis terhadap angka setana biodiesel. Angka setana tertinggi berada pada produk dengan penggunaan katalis 1% yaitu 52,01 sedangkan angka setana terendah berada pada produk dengan penggunaan katalis 0,6% yaitu 51,20. Katalis yang berlebih akan menurunkan nilai angka setana produk biodiesel yang dihasilkan. Penggunaan katalis basa akan memutus rantai asam lemak menjadi biodiesel dengan cepat sehingga angka setana mengalami penurunan (Moeksin, Shofahaudy dan Warsito, 2017). Bila dibandingkan dengan SNI dan EN, angka setana dari ketiga variasi berada diatas nilai minimum yang diizinkan. Berdasarkan data ini, diketahui bahwa semua produk biodiesel memiliki angka setana yang memenuhi standar di Indonesia dan Eropa.

4.2.4 Alat Produksi Biodiesel Teknologi Pemanasan Induksi

Alat yang digunakan pada penelitian ini memanfaatkan teknologi pemanasan induksi yang berfungsi sebagai media pemanas pada reaksi transesterifikasi yang terjadi antara molekul trigliserida pada minyak dengan alkohol dan bantuan katalis. Prinsip kerja dari teknologi ini memanfaatkan panas pada logam yang mengenai induksi dari medan magnet. Panas ini berasal dari arus pusar yang melingkar melingkupi medan magnet (arus Eddy). Induksi magnet menimbulkan fluks magnetik yang menembus logam sehingga akan menghasilkan panas pada logam tersebut. Seperangkat alat produksi ini terdiri atas 3 buah tangki umpan, 1 buah reaktor induksi yang dilengkapi dengan temperature controller dan pengaduk, 2 buah tangki separator yang dilengkapi dengan lampu indikator, 1 buah pompa, dan 6 buah katup yang diletakkan di masing-masing bagian aliran tangki. Tangki umpan minyak, reaktor, serta separator dibuat dengan menggunakan fiberglass sedangkan tangki alkohol dan katalis dibuat dai PVC. Pemilihan bahan fiberglass dikarenakan sifatnya yang tahan terhadap zat kimia serta anti karat. Tangki alkohol dan katalis dibuat dengan memanfaatkan pipa PVC. Penggunaan PVC ini selain meminimalisir biaya produksi juga memiliki sifat yang kuat, ringan, serta reaktivitasnya yang rendah. Tangki umpan minyak

memiliki kapasitas sebesar 10 liter sedangkan untuk tangki alkohol dan katalis sebesar 5 liter.

Reaktor berfungsi sebagai media proses transesterifikasi antara minyak dengan alkohol dan katalis berlangsung. Reaktor ini dilengkapi dengan pengaduk dan temperature controller. Elemen pemanas pada reaktor menggunakan teknologi induksi yaitu *Induction Heater Coil*. Modul ini menggunakan daya 1800 Watt dengan arus 40 Ampere dan tegangan 12-48 Volt. Efek yang ditimbulkan dari penggunaan koil pemanas ini yaitu pemanasan yang merata dalam waktu yang singkat pada bahan. Koil pemanas ini diletakkan di sekeliling reaktor dengan tujuan agar efek elektromagnetik yang terjadi lebih merata ke seluruh bahan. Pengaduk diletakkan di bagian tengah reaktor dengan daya listrik 240 Watt dan kecepatan 5000-26000 rpm. Penggunaan pengaduk dengan kecepatan yang tinggi ini memudahkan proses pencampuran yang terjadi antara minyak, alkohol, dan katalis. Temperature controller yang dipasang di bagian dalam reaktor terkoneksi ke panel control dan dapat memudahkan kontrol temperatur induction heater sebagai elemen pemanas reaktor. Temperature controller ini menggunakan daya 10 Watt dan tegangan 220V AC dengan detective temperature range dari 0-400°C. Pada bagian bawah reaktor terdapat pompa mini dengan aliran maksimal 4 liter per menit. Temperatur maksimum dari fluida yang dapat mengalir yaitu 43°C sehingga setelah reaksi berlangsung, fluida tidak langsung dialirkan ke separator melainkan didiamkan sebentar untuk menurunkan temperaturnya. Pompa ini menggunakan tegangan 12V dan arus 2,2A. Bagian separator memiliki kapasitas 10 liter dengan dilengkapi lampu indikator LED yang menempel di sisi separator. Lampu indikator ini menggunakan daya 12 Watt dengan tegangan 12 V.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi operasi optimum untuk mendapatkan biodiesel menggunakan teknologi pemanasan induksi yang memperoleh *yield* tertinggi dan sesuai SNI yaitu penggunaan rasio 1:7, temperatur reaksi 60°C, dan konsentrasi katalis 1% dengan *yield* sebesar 86,95%.
2. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan pada kondisi optimum sesuai dengan SNI yaitu densitas 0,858 gr/cm³, viskositas 5,727 cSt, titik nyala 190°C, angka asam 0,439 mg-KOH/gr, kadar ester 98,04%, dan angka setana 52,01, namun beberapa parameter seperti densitas dan viskositas kurang sesuai dengan Standar Eropa.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran yang perlu diperhatikan adalah perlu dilakukan modifikasi pada alat produksi biodiesel pemanfaatan teknologi pemanasan induksi dengan menambahkan indikator tegangan dan arus pada bagian dalam reaktor sehingga akan diperoleh nilai daya yang disuplai oleh pemanasan induksi secara lebih akurat, serta perlu ditambahkan tangki purifikasi pada bagian akhir rangkaian alat produksi biodiesel agar lebih mempermudah proses pemurnian hasil biodiesel yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fitriana, Ira, Anindhita, Agus Sugiyono, Laode M.A. Wahid, Adiarso, *Outlook Energi Indonesia 2017 : Inisiatif Pengembangan Teknologi Energi Bersih*, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Pusat, Teknologi dan Sumber Daya Energi dan Industri Kimia, 2017.
- [2] Sugiyono, Agus, Anindhita, Laode M. A. Wahid, dan Adiarso, *Outlook Energi Indonesia 2016*, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Pusat, Teknologi dan Sumber Daya Energi dan Industri Kimia.
- [3] Astuti, Erna. 2008. *Pengaruh Konsentrasi Katalisator dan Rasio Bahan terhadap Kualitas Biodiesel dari Minyak Kelapa*. Jurnal Rekayasa Proses Vol 2 No 1.
- [4] Santos, H. M., C. Lodeiro, dan J. L. Capelo-Martinez. 2009. *The Power of Ultrasound*. In: *Ultrasound in Chemistry: Analytical Applications* (Editor J. L. Capelo-Martinez). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim p 1-16.
- [5] Amalia, Rizky, R. Afifudin, S. Zullaikah, dan Rachmimoellah. 2013. *Pembuatan Biodiesel dari Dedak Padi Tanpa Katalis Dengan Metode Air dan Etanol Subkritis*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [6] Arita, Susila. 2009. *Proses Pembuatan Biodiesel di dalam Reaktor Unggun Diam (Fixed Bed Reactor) dengan Katalis Padat Alumina Berbasis Logam*. Prosiding Seminar Nasional Daur Bahan Bakar Serpong.
- [7] Yunsari, Sandhy, Rusdianasari, dan A Husaini. 2019. *CPO Based Biodiesel Production using Microwave Assisted Method*. Journal of Physics 1167(1), 012036.
- [8] Susumu, Rusdianasari dan Syahirman Yusi. 2018. *Biodiesel Production from Waste Cooking Oil using Electrostatic Method*. Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry **3** [3] p 71-76.
- [9] Perdana, Alim Nur, *Analisis Waktu Pemanasan Terhadap Karakteristik Bahan yang Berbeda oleh Pemanas Induksi*, Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan, 2018.
- [10] Chen, Robin, Jemmey Huang, dan Vincent Cai. 2011. *AN50475 – Induction Cooker Design with CapSense*. Cypress Semiconductor Corp., San Jose, CA 95134-1709.
- [11] Subekti, Lukman dan Budiyanto, Ma'un. 2012. *Pengaruh Perbaikan Faktor daya pada Kinerja Kompor Induksi*. Seminar Nasional Informatika 2012 (Seminar Nasional IF 2012) ISSN: 1979-2328 UPN "Veteran" Yogyakarta.
- [12] Riviani, H. B. Perkasa, dan Zahidah, *Biodiesel Marine Fish Oil dari Ikan Hasil Tangkapan Samping*, Institut Pertanian Bogor, 2011.
- [13] Karnanim, *Sintesis Biodiesel dari Bahan Baku Minyak Sawit Menggunakan Reaktor Jet Bubble Coloumn*, Universitas Indonesia, 2010.

- [14] Wijayanti, Febnita Eka, *Pemanfaatan Minyak Jelantah sebagai Sumber Bahan Baku Produksi Metil Ester*, FMIPA Departemen Farmasi Universitas Indonesia, 2008.
- [15] Sinaga, S Vera, A. Haryanto, dan S. Triyono, *Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah*, Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung, 2014.
- [16] Suastuti, N. G. A. M. Dwi Adhi, *Kadar Air dan Bilangan Asam dari Minyak Kelapa yang Dibuat dengan Cara Tradisional dan Fermentasi*, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, 2009.

